

INFORMATION REPORT INFORMATION REPORT

CENTRAL INTELLIGENCE AGENCY

This material contains information affecting the National Defense of the United States within the meaning of the Espionage Laws, Title 18, U.S.C. Secs. 793 and 794, the transmission or revelation of which in any manner to an unauthorized person is prohibited by law.

S-E-C-R-E-T

50X1-HUM

COUNTRY USSR

REPORT

SUBJECT Soviet Technical Manual on the P-20 Radar (Part II)

DATE DISTR. 28 July 1960

NO. PAGES

1

50X1-HUM

REFERENCES

DATE OF INFO.

PLACE & DATE ACQ.

SOURCE EVALUATIONS ARE DEFINITIVE. APPRAISAL OF CONTENT IS TENTATIVE.

50X1-HUM

1. Russian-language technical manual entitled Radioloka stonnaya Stantsiya P-20 Tekhnicheskoye Opisaniye, Chast II (A Technical Description of the P-20 /TOKEN/ Radar, Part II)

50X1-HUM

2. This is a 172-page manual dealing with the indicator devices of the P-20 radar. It is the second volume on the P-20.

No publishing data are given. This manual when detached from this report is classified CONFIDENTIAL. The Soviet classification had been SECRET.

50X1-HUM

Distribution of Attachment:

OSI: Retention (Photocopy)

50X1-HUM

50X1-HUM

50X1-HUM

S-E-C-R-E-T

STATE	X	ARMY	X	NAVY	X	AIR	X	FBI	X	SEC	X	NSA	X	NIC	X
(Note: Washington distribution indicated by "X"; Field distribution by "#")															

INFORMATION REPORT INFORMATION REPORT

СЕКРЕТНО

50X1-HUM

РАДИОЛОКАЦИОННАЯ СТАНЦИЯ П-20

ТЕХНИЧЕСКОЕ ОПИСАНИЕ

· ЧАСТЬ II

ИНДИКАТОРНЫЕ УСТРОЙСТВА

СЕКРЕТНО

50X1-HUM

РАДИОЛОКАЦИОННАЯ СТАНЦИЯ П-20

ТЕХНИЧЕСКОЕ ОПИСАНИЕ

ЧАСТЬ II

ИНДИКАТОРНЫЕ УСТРОЙСТВА

В книге пронумеровано всего 172 стр. Кроме того, имеется 5 вклей на 5 листах.

Вклейка № 1. Рис. 10. Принципиальная схема развертки дальности ПО-02— между стр. 22 и стр. 23.

Вклейка № 2. Рис. 17. Полная принципиальная схема блока индикатора кругового обзора ПО-02—между стр. 38 и стр. 39.

Вклейка № 3. Рис. 29. Принципиальная схема развертки дальности ВО-01— между стр. 60 и стр. 61.

Вклейка № 4. Рис. 34. Полная принципиальная схема блока индикатора дальности и азимута ВО-01—между стр. 68 и стр. 69.

Вклейка № 5. Рис. 49. Полная принципиальная схема блока индикатора высоты НО-02—между стр. 104 и стр. 105.

ВВЕДЕНИЕ

ОБЩИЕ СВЕДЕНИЯ ОБ ИНДИКАТОРНОЙ АППАРАТУРЕ

В части II технического описания радиолокационной станции «П-20» встречаются следующие условные обозначения блоков:

ПО-02 — индикатор кругового обзора.
ПО-03 — выносной индикатор кругового обзора.
ВО-01 — индикатор дальности и азимута.
НО-02 — индикатор высоты.
ТП-02 — телефонная панель блоков ПО-02, ПО-03 и ВО-01.
ТП-03 — телефонная панель блока НО-02.
ГА-01 — генератор 1500 гц.
ФД-01 — блок главных датчиков.
ХА-01 — повторяющее устройство ССП.
УС-02 — сервоусилитель.
БСМ-01 — блок сервомотора блока ПО-02.
БСТ — блок сельсин-трансформаторов.
ДА-01 — блок масштабных отметок дальности.
ЖА-50 — блок масштабных отметок азимута.
ЗА-01 — блок отметок угла поворота антенны.
СБ-50 — смесительно-бланкирующее устройство.
ИБ-01 — имитатор вращения антенны.
БП-01 — блок питания индикаторов.
БП-02 — блок питания.
ПУ-02 — центральный пульт управления.
ССП — синхронно-следающая передача вращения.
НРЗ-1 — запросчик.

Вся индикаторная аппаратура станции размещается в двух кузовах автомашины ЗИС-151 (машины № 2 и № 3). В основной индикаторной машине (рис. 1) размещаются все основные блоки индикаторной аппаратуры. В машине № 3 размещаются выносной индикатор кругового обзора ПО-03 и аппаратура запросчика НРЗ-1, предназначенная для работы в системе опознавания.

В машине № 2 расположены пять шкафов с аппаратурой: три шкафа с блоками индикаторов (рис. 2), один шкаф с аппаратурой управления и один шкаф с аппаратурой масштабных отметок (рис. 3).

На экранах индикаторов оператор наблюдает отраженные сигналы и определяет координаты целей. В станции «П-20» для опреде-

Формат 60×92/16. Печ. л. 10,75 + 5 вклеек = 2,9 печ. л. Бум. л. 6,82. Зак. 87с

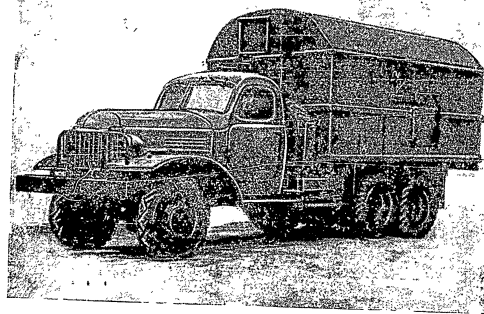


Рис. 1. Индикаторная машина.

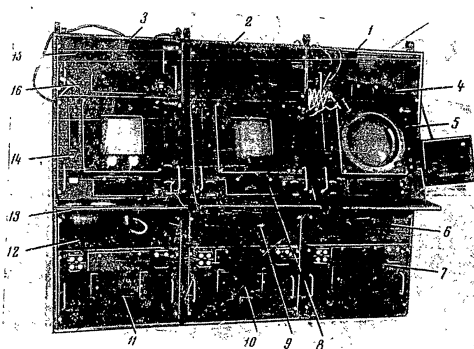


Рис. 2. Общий вид шкафов индикаторов:
 1 — шкаф индикатора кругового обзора ПО-02; 2 — шкаф индикатора дальности и азимута ВО-01; 3 — шкаф индикатора высоты НО-02; 4 — стрелочный индикатор УО-02; 5 — блок индикатора дальности и азимута ТП-02; 6 — блок питания БП-01; 7 — блок питания БП-01; 8 — блок питания БП-01; 9 — блок питания БП-01; 10 — блок питания БП-01; 11 — блок питания БП-01; 12 — блок питания БП-01; 13 — блок питания БП-01; 14 — блок питания БП-01; 15 — блок питания БП-01; 16 — блок питания БП-01.

4

лен я координат цели (наклонная дальность, азимут и высота) используются три типа индикаторов: индикатор кругового обзора (ПО-02 и ПО-03), индикатор дальности и азимута (ВО-01) и индикатор высоты (НО-02).

Индикатор кругового обзора служит для наблюдения общей картины, в основном, воздушной обстановки в районе действия радиолокационной станции и для определения координат целей (дальность и азимут).

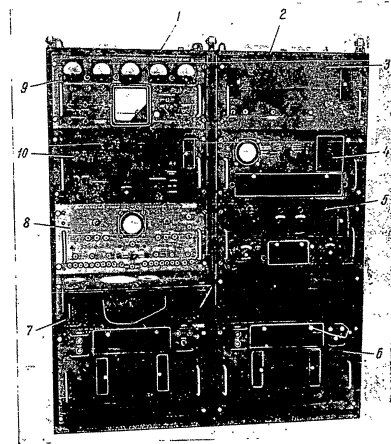


Рис. 3. Общий вид шкафов управления и масштабных отметок:

1 — шкаф управления; 2 — шкаф масштабных отметок; 3 — блок масштабных отметок азимута ЖА-02; 4 — блок масштабных отметок дальности ДА-01; 5 — блок повторного устройства ССП ХА-01; 6 — блок питания БП-02; 7 — телефонная панель ТП-03 со столом управления качением антенны; 8 — блок смешивающего устройства СБ-02; 9 — блок центрального пульта управления ЦУ-02; 10 — блок индикатора вращения ИВ-01.

Индикатор дальности и азимута служит для точного определения дальности и азимута цели и для выявления структуры цели (например, числа самолетов в группе). На экране этого индикатора можно рассмотреть в увеличенном масштабе любой, произвольно выбранный, участок пространства в зоне действия станции.

5

Блок НО-02 служит для определения высоты обнаруженной цели.

Основным элементом каждого индикатора является электронно-лучевая трубка. Отметки отраженных сигналов наблюдаются на ее экране в виде светящихся точек или черточек. Развертка дальности индикаторов начинается одновременно с посылкой в пространство зондирующего импульса передатчика.

На экранах всех индикаторов создается электрическим путем масштабная сетка, при помощи которой определяются координаты того или иного отраженного сигнала. (Блок-схема высокочастотных трактов машины № 2 см. рис 4). Импульс запуска станции от манипулятора через блок масштабных отметок ДА-01 подается последовательно на смесительно-бланкирующее устройство СБ-50, блок отметок азимута ЖА-50 и на индикаторные блоки. К концу линии запуска подсоединена волновая нагрузка кабеля — 75 ом., которая размещается на одном из разъемов выносного индикатора кругового обзора (ПО-08).

Импульсом запуска включаются развертки всех индикаторов станции и контрольных осциллографов блоков СБ-50 и ДА-01.

Для того чтобы с экранов индикаторов можно было производить считывание координат целей, на все индикаторы подаются масштабные отметки дальности и азимута. Эти отметки на экране видны в виде светящихся линий и создают на нем масштабную сетку.

Для образования дистанционных отметок служит блок дистанционных отметок ДА-01 (шкаф масштабных отметок), с выхода которого отметки дальности так же, как и импульсы запуска подаются на индикаторы станции. Волновая нагрузка этой линии размещается в блоке ПО-03.

Отметки азимута вырабатываются в блоке ЖА-50 и также подаются на все индикаторы станции.

Шумы и отраженные сигналы с трех приемников вертикального и двух приемников наклонного канала подаются на вход смесительно-бланкирующего устройства СБ-50 (шкаф управления). Шумы замешиваются в два канала—вертикальный и наклонный, с выхода которых подаются на индикаторы станции.

Эквивалент нагрузки для вертикального канала устанавливается в блоке ПО-03, для наклонного — в блоке НО-02. Все цепи передачи импульсных сигналов от одного блока к другому выполняются кабелем РК-31. Для подключения кабелей во всех блоках имеются по два разъема на каждую цепь импульсных сигналов. Через один разъем импульсные сигналы подводятся к блоку, а через другой разъем сигналы выходят из данного блока и подводятся к следующему. Входное сопротивление каждого блока велико по сравнению с волновым сопротивлением кабеля РК-31 (75 ом.), следовательно, не сказывается шунтирующее действие блоков на линию.

Для передачи вращения антенны на индикаторы станции служит система силовой синхронной передачи вращения (ССП).

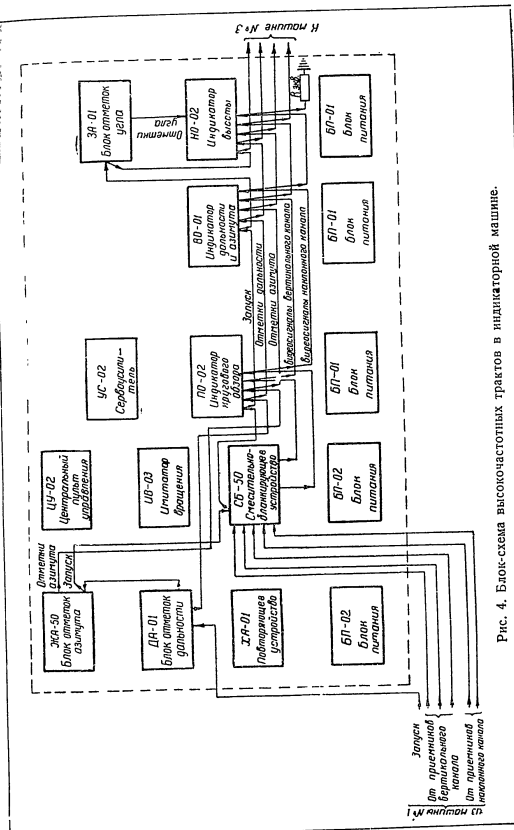


Рис. 4. Блок-схема высокочастотных трактов в индикаторной машине.

ОБЩИЕ СВЕДЕНИЯ ОБ ИНДИКАТОРАХ

Индикатор кругового обзора — индикатор, на экране которого наблюдается план расположения целей в зоне действия станции и определяется их наклонная дальность и азимут. Перемещение электронного луча по радиусу экрана трубки от центра к краю происходит пропорционально дальности, а линия развертки вращается синхронно с вращением антенного устройства. Благодаря этому на экране индикатора кругового обзора последовательно просматриваются все участки зоны действия станции в соответствии с последовательным облучением пространства энергией, излучаемой антенным устройством.

На этом индикаторе возможны также режимы секторного и кольцевого обзора пространства. В режиме секторного обзора на экране просматривается сектор пространства шириной в 60° — 70° . В режиме кольцевого обзора можно рассматривать произвольный участок дальности, выбирая его в пределах от 10 до 400 км.

Индикатор дальности и азимута — индикатор, на экране которого в увеличенном масштабе может быть просмотрен любой участок зоны действия станции (в пределах 60° по азимуту и 50 или 100 км по дальности). Это дает возможность более точно определять дальность и азимут цели. Перемещение электронного луча по горизонтали происходит пропорционально дальности, а по вертикали — пропорционально азимуту. Дальность и азимут цели отсчитываются непосредственно с экрана индикатора.

Индикатор высоты служит для определения высоты цели. Перемещение электронного луча по горизонтали происходит пропорционально дальности, а по вертикали — пропорционально углу поворота антенной системы.

К этому индикатору подключаются оба выхода блока СБ-50 и на экране его получаются две отметки от каждой цели (от вертикального и наклонного каналов).

Перед экраном помещена шкала, выгравированная на плексигласе. По двум отметкам от каждой цели с помощью шкалы определяется высота цели.

Таким образом, обнаружение и определение координат целей по индикаторам станции «П-20» производится непосредственно при наблюдении за экраном электроннолучевой трубки. Полученные данные передаются операторами на командный пункт и используются для наведения своих истребителей на самолеты противника или для информации.

10

ГЛАВА I

ИНДИКАТОР КРУГОВОГО ОБЗОРА ПО-02

1. ОБЩИЕ СВЕДЕНИЯ ОБ ИНДИКАТОРЕ

§ 1. Назначение

Индикатор кругового обзора предназначен для работы в системе радиолокационной станции «П-20». На его экране автоматически, в форме, удобной для визуального наблюдения, воспроизводится план расположения обнаруженных воздушных целей.

В индикаторе кругового обзора предусматриваются три режима работы (рис. 6).

1. Режим кругового обзора, при котором начало развертки (точка на экране, соответствующая положению радиолокатора на местности) совпадает с центром экрана (рис. 6,а).

2. Режим кольцевого обзора, при котором обзор пространства может быть ограничен определенным участком дальности и начало развертки может быть задержано на заданную дальность в пределах от 10 до 320 км. В кольцевом режиме работы цели в отдаленных участках зоны действия станции рассматриваются в увеличенном масштабе, что повышает точность отсчета их координат (рис. 6,б).

3. Режим секторного обзора, при котором начало развертки может быть смещено в любую точку экрана и соответственно этому изображение на нем будет давать более детальный план расположения целей в выделенном секторе действия радиолокатора. Масштаб шкалы по дальности не изменяется, а увеличивается вдвое линейный размер шкалы дальности. Масштаб по азимуту соответственно увеличен, следовательно, отсчет координат может производиться с большей точностью (рис. 6,в).

§ 2. Технические данные

1. Индикация цели осуществляется яркостной отметкой сигнала на экране электроннолучевой трубки.
2. Развертка — радиально-круговая.
3. Режим работы блока — круговой обзор, секторный обзор и кольцевой обзор.

11

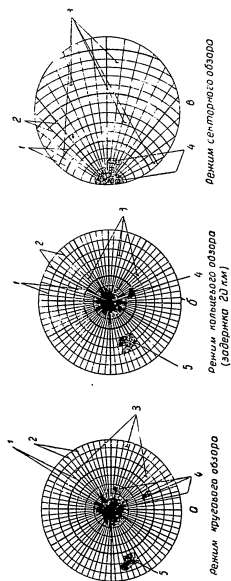


Рис. 6. Изображение на экране индикатора кругового обзора для трех режимов работы: а) кругового обзора; б) секторного обзора; в) секторного обзора.

4. Масштабы дальности — 80, 200 и 400 км.
5. Период полного (360°) обзора по азимуту — 10 или 20 сек. (или 3 об/мин антенны).
6. Задержка начала развертки дальности может плавно изменяться в пределах от 10 до 320 км.
7. Координаты цели определяются визуально по положению отметки отраженного сигнала относительно сетки электрических масштабов отметок дальности и азимута.
8. Возможно одновременное или раздельное наблюдение на экране трубки отметок отраженных сигналов, поступающих с вертикального и наклонного каналов, а также сигналов, поступающих с выхода приемника опознавания.

§ 3. Составные части

Индикатор кругового обзора оформлен в виде шкафа, в отсеки которого вставляются следующие блоки:

- сервоусилитель УС-02;
- блок индикатора кругового обзора ПО-02;
- блок питания индикатора БП-01;
- телефонная панель ТП-02.

Общий вид шкафа индикатора кругового обзора ПО-02 показан на рис. 7.

Описание сервоусилителя УС-02 и блока питания БП-01 приведено в ч. III Технического описания станции П-20.

2. ОПИСАНИЕ ИНДИКАТОРА

§ 4. Работа индикатора

Индикатор кругового обзора является осциллографическим индикатором с радиально-круговой разверткой и яркостной отметкой сигнала. Основным его элементом является электроннолучевая трубка. План расположения обнаруженных целей воспроизводится на экране этой трубки.

Развертка вдоль радиуса экрана трубки пропорциональна шкале дальности. Эта развертка начинается одновременно с поступлением в блок ПО-02 импульса от манипулятора и поэтому положение каждой точки линии развертки на экране соответствует определенной дальности.

Развертка дальности вращается синхронно с вращением антенны (вращение радиальной развертки). Эта развертка приводится во вращение системой синхронной передачи угла поворота антенны, и поэтому положение радиальной развертки на экране соответствует направлению электрической оси антенны вертикального луча.

Напряжения развертки по дальности и по азимуту воздействуют на отклоняющую систему электроннолучевой трубки.

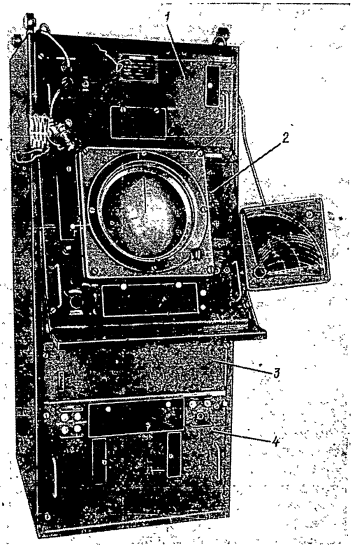


Рис. 7. Общий вид шкафа индикатора кругового обзора ПО-02:
1 — блок УС-02; 2 — блок ПО-02; 3 — телефонная панель ТП-02; 4 — блок БП-01.

Напряжения отраженных сигналов, сигналов опознавания, масштабных отметок дальности и азимута воздействуют на управляющий электрод и катод электроннолучевой трубки.

При отсутствии перечисленных сигналов электронный луч заперт отрицательным потенциалом на управляющем электроде до полного исчезновения изображения на экране. С приходом каждого сигнала несколько повышается потенциал управляющего электрода или понижается потенциал катода трубки, вызывая появление электронного луча в виде светящегося пятна на экране трубки. Положение светящегося пятна на экране зависит от мгновенных величин отклоняющих полей, создаваемых системой развертки дальности и системой вращения развертки дальности.

Отраженные сигналы и сигналы опознавания (сигналы самолета-ответчика) создают на экране изображения в виде точек, масштабные отметки дальности — в виде серии концентрических колец, соответствующих фиксированным дальностям, а масштабные отметки азимута — в виде радиально-расходящихся линий, соответствующих фиксированным углам поворота антенны.

§ 5. Упрощенная скелетная схема

В упрощенную скелетную схему индикатора кругового обзора (рис. 8) входят:

— электроннолучевая трубка 1;

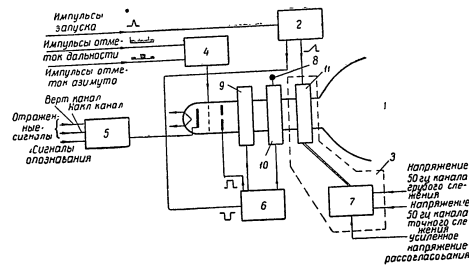


Рис. 8. Упрощенная скелетная схема индикатора кругового обзора:
1 — электроннолучевая трубка; 2 — цепь развертки дальности; 3 — цепь развертки азимута; 4 — цепь смешивания и усиления масштабных отметок дальности и азимута; 5 — цепь усиления отраженных сигналов и сигналов опознавания; 6 — цепь управления рабочей разверткой трубки; 7 — блок сервомотора БСМ-01; 8 — ручка установки сектора; 9 — фокусирующая катушка; 10 — катушка смещения центра; 11 — отклоняющие катушки.

— цепь развертки дальности 2;
— цепь вращения развертки дальности 3;

- цепь смешивания и усиления масштабных отметок дальности и азимута 4;
- цепь усиления отраженных сигналов и сигналов опознавания 5;
- цепь управления рабочим режимом трубки 6.

В цепи развертки дальности 2 вырабатывается развертка, которая вращается цепью вращения развертки дальности 3 по часовой стрелке со скоростью 6 или 3 об/мин синхронно с вращением антенны.

Импульсы масштабных отметок дальности и азимута после прохождения цепи 4 воздействуют на ток луча и создают на экране трубки масштабную сетку. Под действием отраженных сигналов заводится экран трубки в местах, соответствующих расположению целей в пространстве.

Рабочий режим трубки создается цепью питания.

В цепь вращения развертки дальности 3 входит блок сервомотора 7 (БСМ-01). Двигатель блока БСМ-01 питается напряжением 60 в частоты 50 гц и напряжением рассогласования, поступающим с сервоусилителя УС-02. Под действием этих напряжений электродвигатель вращает отклоняющие катушки развертки дальности 11 со скоростью вращения антенного устройства. Фокусирующая катушка 9 и катушка смещения центра 10 входят в цепь питания трубки.

§ 6. Полная скелетная схема

Полная скелетная схема индикатора кругового обзора приведена на рис. 9.

Электроннолучевая трубка. В индикаторе кругового обзора применяется электроннолучевая трубка типа 31ЛМ32 с магнитными системами фокусировки и отклонения электронного луча. Экран с длительным послесвечением. Конструкция трубки и схема ее питания приводятся в приложении. Управление режимом работы трубки производится с помощью управляющего и ускоряющего электродов.

Напряжение сигнала подводится к управляющему электроду трубки и к ее катоду и управляет интенсивностью электронного луча. След электронного луча наблюдается на экране трубки в виде светящегося пятна, яркость которого зависит от тока электронного луча. При отсутствии сигнала трубка заперта, ток электронного луча близок к нулю и экран трубки не возбуждается.

Цепь развертки дальности состоит из схемы задержки 1, схемы запуска и расширения 2, схемы генератора пилообразного напряжения 3 и усилителя тока с обратной связью 4.

Отклонение электронного луча от центра экрана трубки к его периферии (развертка) происходит под действием магнитного поля отклоняющих катушек 20. В цепи развертки дальности вырабатывается пилообразный ток для питания этих катушек. В соответствии с изменением тока в отклоняющих катушках изменяется маг-

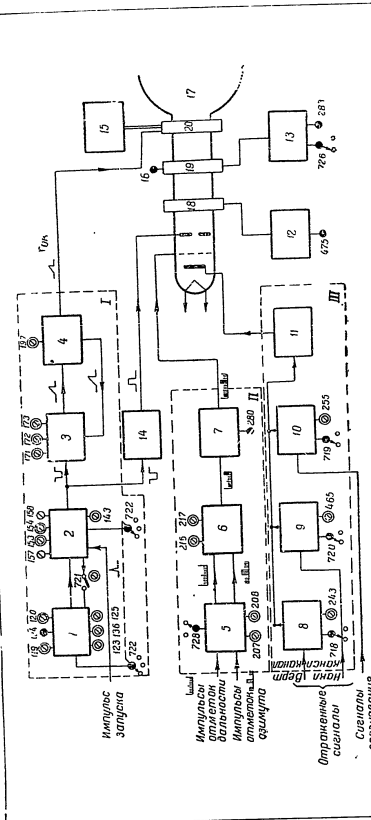


Рис. 9. Полная скелетная схема индикатора кругового обзора:
1 — схема задержки; 2 — схема запуска и расширения; 3 — схема генератора пилообразного напряжения; 4 — усилитель тока с обратной связью; 5 — усилитель масштабных отметок дальности и азимута; 6 — усилитель масштабных отметок дальности и азимута; 7 — блок сервомотора; 8 — усилитель масштабных отметок дальности и азимута; 9 — катушка фокусировки; 10 — катушка смещения центра; 11 — катушка отклонения; 12 — катушка отклонения; 13 — антенна; 14 — антенна; 15 — антенна; 16 — антенна; 17 — антенна; 18 — антенна; 19 — антенна; 20 — катушка отклонения.

нитное поле катушек и в зависимости от этого электронный луч периодически перемещается по экрану трубки из центра к краю (и наоборот).

Для определения дальности цели необходимо, чтобы момент начала нарастания тока в отклоняющих катушках совпадал с моментом излучения импульса передающим устройством. Поэтому цепь развертки дальности запускается импульсом запуска, поступающим от манипулятора через блок ДА-01 одновременно с излучением импульса в пространство.

В цепи развертки дальности предусмотрена возможность работы на трех масштабных шкалах — 80, 200 и 400 км.

Переключение шкал производится переключателем 722. Импульс запуска в зависимости от положения переключателя 721 подается или на схему расширения через лампу запуска, или через ту же лампу запуска на схему задержки 1. Действующая амплитуда импульса запуска регулируется потенциометром 143 ОТ-СЕТКА ЗАПУСКА.

Схема задержки служит для задержки начала развертки дальности на 10—20 км (участок, обычно засоренный отражениями от местных предметов) при работе на шкалах 200 и 400 км. Кроме того, схема задержки позволяет работать в режиме кольцевого обзора на шкале 80 км. В этом случае плавная задержка начала развертки возможна в пределах от 10 до 320 км. Время задержки на масштабных шкалах 200 и 400 км регулируется потенциометрами 120 и 119, оси которых выведены под шлиц на масштабной шкале дальности 80 км — ручкой потенциометра 124, снабженной шкалой, указывающей задержку начала развертки в километрах.

Для корректировки величины максимальной и минимальной задержки, кроме указанных потенциометров, имеются еще потенциометры 125 и 123 (минимум и максимум задержки), установленные на щитке индикатора.

При включении задержки импульс запуска поступает на основную лампу схемы задержки, вырабатывающую задержанные импульсы. Эти импульсы запускают ждущий блокинг-генератор, формирующий импульс запуска, задержанный на заданное время. Импульс с блокинг-генератора поступает на схему расширения. Режим работы лампы ждущего блокинг-генератора устанавливается потенциометром 136 ОТСЕТКА ЗАПУСКА ЗАДЕРЖКИ.

Переключателем 721 можно выключить схему задержки, тогда импульс запуска будет подаваться через лампу запуска непосредственно на схему расширения и развертка дальности будет начинаться одновременно с приходом импульса запуска от манипулятора (без задержки).

Схема расширения служит для преобразования короткого импульса запуска в П-образный импульс длительностью, соответствующей заданной масштабной дальности. Длительность импульса цепи расширения определяет длительность развертки дальности. Эта длительность на масштабных шкалах дальности устанавливается

переключателем 722. На шкалах 200 и 400 км длительность импульса одинакова (так как при работе в секторном режиме на шкале 200 км просматриваются все 400 км развертки дистанции) и регулируется потенциометром 153, ось которого выведена под шлиц. На масштабной шкале 80 км длительность регулируется потенциометром 154. При частоте посылок импульса запуска 330—350 гц время между двумя последовательными импульсами запуска получается порядка 2850—3000 мксек. Длительность развертки наибольшей дальности (400 км) — 2670 мксек, поэтому время восстановления схемы не должно превышать 150 мксек. Такое малое значение времени восстановления цепи расширения вызывает необходимость в дополнительных регулировках для получения строго П-образной формы импульса. Форма импульсов при работе на масштабных шкалах 200 и 400 км корректируется потенциометрами 157 и 158, расположенными на горизонтальной панели блока.

Расширенный П-образный импульс подается на генератор пилообразного напряжения цепи развертки дальности.

Генератор пилообразного напряжения развертки дальности вырабатывает напряжение пилообразной формы. Длительность нарастания пилообразного напряжения определяется длительностью отрицательного импульса схемы расширения. Амплитуда пилообразного напряжения регулируется отдельно для каждой из масштабных шкал дальности потенциометрами 171, 172 и 173, оси которых выведены под шлиц.

При переходе с одной масштабной шкалы на другую одновременно с переключением элементов схемы расширения переключаются и элементы схемы генератора пилообразного напряжения. При этом различная скорость нарастания пилообразного напряжения соответствует разным шкалам дальности.

Усилитель тока с обратной связью. Напряжение с выхода схемы генератора пилообразного напряжения развертки дальности 3 подается на усилитель тока с обратной связью 4. Напряжение обратной связи на вход этого усилителя подается с его выхода. Это напряжение пропорционально току выходной лампы.

Под действием входного пилообразного напряжения благодаря обратной связи схемой вырабатывается линейный пилообразный ток, питающий отклоняющую катушку 20. Амплитуда тока развертки регулируется потенциометром 197, ось которого выведена под шлиц.

Схема смешивания и усиления масштабных отметок дальности и азимута состоит из входных цепей 5, схемы смешивания и усиления масштабных отметок 6 и выходного каскада схемы смешивания и усиления отметок 7. На входные лампы поступают отдельно отметки дальности и азимута от блоков ДА-01 и ЖА-01. В схеме смешивания и усиления они усиливаются, смешиваются и далее через выходной каскад поступают по общему каналу на управляющий электрод электроннолучевой трубки. В момент прихода импульсов отметок на развертке дальности засвечиваются точки отметок дальности.

ности и, кроме того, под воздействием отметок азимута засвечивается вся развертка.

При вращении развертки масштабные отметки дальности создают на экране трубки серию концентрических колец, соответствующих различным дальностям (расстояние между соседними кольцами соответствует 10 км), а масштабные отметки азимута создают серию радиально расходящихся линий (угол между соседними линиями соответствует повороту антенны, а следовательно, и развертке на 5°).

Потенциометрами 207 и 208, оси которых выведены под шлиц, раздельно регулируется уровень импульсов отметок дальности и азимута. Регулировкой этих потенциометров осуществляют отсечку импульсов отметок, благодаря чему импульсы малой амплитуды могут подаваться в большей степени, чем импульсы большой амплитуды. Как известно из описания блоками ДА-01 и ЖА-50 вырабатываются импульсы масштабных отметок и азимута разной амплитуды, поэтому на экранах индикаторов масштабная сетка получается дифференцированной по яркости, т.е. яркость свечения 10-километровых отметок меньше яркости свечения 50-километровых отметок, яркость свечения 50-километровых отметок меньше яркости свечения 100-километровых отметок.

Такая же дифференциация по яркости азимутальных отметок. Яркость свечения 5-градусных отметок меньше яркости 30-градусных отметок. Такое различие в яркости свечения отметок удобно при отсчете координат.

Кроме регулировки отсечки масштабных импульсов в цепи осуществляется раздельная регулировка усиления отметок дальности и азимута потенциометрами 216 и 217, оси которых выведены под шлиц.

Масштабные отметки могут быть выключены с помощью переключателя 728, запирающего входные лампы цепи.

Ручкой потенциометра 280 регулируется напряжение на управляющем электроде трубки, чем достигается регулировка яркости изображения на трубке.

Цепь усиления отраженных сигналов и сигналов опознавания. На вход усилителей отраженных сигналов вертикального канала 4 и наклонного канала 9 соответственно подаются сигналы с вертикального и наклонного каналов блока СБ-50. На вход усилителя опознавания 10 подаются сигналы опознавания. Сигналы, смешиваясь на выходе этих усилителей, поступают на выходной каскад 11 схемы. С выхода смешанные сигналы подаются на катод электроннолучевой трубки. Регулировка усиления осуществляется раздельно в каждом из усилительных каскадов при помощи потенциометров 243, 255 и 465, оси которых выведены под шлиц. Выключатели 718, 719 и 720 дают возможность раздельно подключать усилительные каскады к выходу схемы и отключать их.

Цепь управления рабочим режимом трубки. В цепь управления рабочим режимом трубки входят: схема управления фокусировкой

12 и схема засвета 14. С помощью схемы фокусировки регулируется (ручкой 475) ток в фокусирующей катушке 18.

Управление трубкой осуществляется импульсами, вырабатываемыми схемой засвета и подаваемыми на ускоряющий электрод. Схема засвета в свою очередь управляется П-образным импульсом схемы расширения цепи развертки дальности.

Таким образом, электроннолучевая трубка открывается только на время действия П-образного импульса схемы расширения, т.е. на время развертки. Катод электроннолучевой трубки находится под постоянным потенциалом, а потенциал управляющего электрода регулируется ручкой ЯРКОСТЬ потенциометра 280.

Схема смещения центра развертки. Схема смещения центра развертки 13 применяется для управления электромагнитным полем смещающих катушек (вращением ручки потенциометра 283) при работе индикатора в секторном режиме. Под действием электромагнитного поля смещающих катушек начало развертки может быть смещено в любую точку экрана трубки.

Для выключения этой схемы служит выключатель 726.

Для выключения этой схемы служит выключатель 726. Перемещение начала развертки по экрану осуществляется механическим поворотом смещающих катушек вокруг горловины трубки.

Для этой цели служит ручка установки сектора обзора 16. **Цепь вращающей развертки дальности.** К этой цепи в блоке индикатора ПО-02 относится только блок сервомотора 15 и механизм вращения отклоняющих катушек. Блок сервомотора работает в тесном взаимодействии с сервоусилителем, входящим в шкаф индикатора ПО-02. С помощью этой системы, о которой подробно сказано в описании синхронно-следящей системы (Техническое описание, ч. III), производится вращение отклоняющих катушек вокруг горловины трубки и осуществляется вращение развертки дальности.

3. ОПИСАНИЕ ПРИНЦИПИАЛЬНОЙ СХЕМЫ ИНДИКАТОРА

§ 7. Схема развертки дальности

Схема развертки дальности вырабатывает линейно изменяющийся во времени ток, которым питаются отклоняющие катушки индикатора.

Электромагнитное поле, создаваемое этим током, смещает электронный луч трубки вдоль радиуса экрана. Начало нарастания тока развертки должно или точно совпадать с началом прямого (зондирующего) сигнала передатчика, или может быть задержано относительно него на определенное время. Поэтому в каждый момент времени сила тока в отклоняющих катушках, а следовательно, и соответствующее ей положение следа электронного луча на экране трубки будет соответствовать фиксированной дальности.

В схему развертки дальности (рис. 10) входят:

- каскад запуска развертки (лампа 5);
- схема задержки запуска (лампы 2, 3 и 4);
- схема расширения импульса (лампы 6 и 7);

— схема генератора развертки со схемой усилителя (лампы 10, 11, 12, 13 и 14).

Каскад запуска развертки служит для исключения воздействия на работу схемы случайных импульсов малой амплитуды и для сглаживания схемы развертки дальности с высокочастотным кабелем подачи импульса запуска.

Импульс запуска положительной полярности длительностью 1 мксек и с амплитудой около 50 в подается на управляющую сетку левой половины лампы 5 через разъем 1013 и разделительный конденсатор 509, а через разъем 1014 подается на следующий индикатор.

В каскаде запуска развертки используется левая половина лампы 5 типа 6Н8С. Эта лампа нормально заперта постоянным отрицательным напряжением, поданным на ее управляющую сетку. Отпирается при подаче на сетку положительного импульса запуска. Отрицательное смещение, подаваемое на сетку этой лампы, регулируется в пределах от 5 до 150 в, обеспечивая тем самым отсеивание входных импульсов запуска на любом уровне. Постоянная времени в цепи сетки лампы ($RC = 10$ мксек) обеспечивает неискаженную передачу импульса запуска.

Анод лампы запуска соединен с переключателем 721, поэтому при переключении переключателя анод лампы запуска подключается или к сопротивлению 139, или непосредственно к аноду левой половины лампы 6 (основная лампа схемы расширения).

Импульс отрицательной полярности, получающийся в анодной цепи лампы 5, используется для запуска схемы расширения и подается на нее непосредственно или через схему задержки.

Схема задержки запуска применяется для задержки начала развертки дальности относительно момента прихода импульса запуска.

Задержка начала развертки может изменяться от 10 до 50 мксек при работе на шкалах 200 и 400 км и до 320 мксек при работе на шкале 80 км.

Принцип работы схемы задержки изложен в приложении в конце книги.

Схема задержки выполнена на трех лампах. Лампа 2 типа 6А7—основная лампа схемы задержки, левая половина лампы 3 типа 6Н8С—катодный повторитель, левая—восстанавливающий диод. Левая половина лампы 4 типа 6Н7С является лампой синхронизации, а на правой ее половине собрана схема ждущего блокинг-генератора.

С каскада запуска импульс запуска через конденсатор 503 поступает на катод диода (правая половина лампы 3). Изменение задержки импульса запуска в указанных выше пределах достигается изменением постоянных напряжений, снимаемых с потенциометров 119, 120 и 124. Постоянная времени в цепи первой сетки лампы (сопротивление 114 и конденсатор 501) подобрана так, чтобы задержка импульса запуска была линейна на всем ее диапазоне. Неискаженная передача выходного импульса схемы задержки на лам

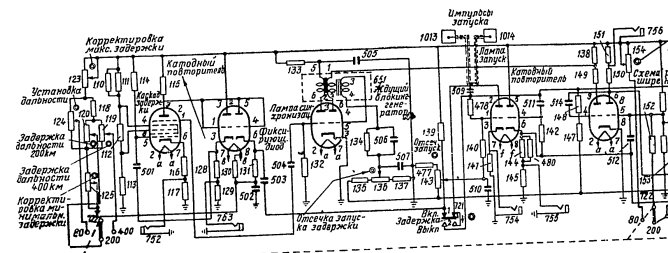


Рис. 10. Принципиал

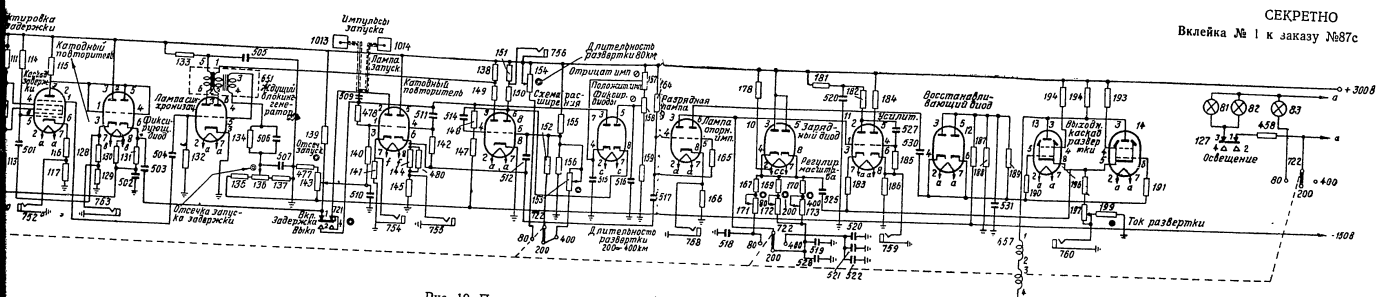


Рис. 10. Принципиальная схема развязки дальности ПО-02.

СЕКРЕТНО
Вклейка № 1 к заказу №87с

ду синхронизации обеспечивается большой постоянной времени переходной цепи (конденсатор 504, сопротивление 132), равной 10 мсек. Так как оба катода лампы 3 с изменением постоянного напряжения, снимаемого с потенциометров 119, 120 и 124, могут иметь сравнительно высокий потенциал относительно земли, то нить накала этой лампы питается от отдельного источника напряжения накала. Для уменьшения разности потенциалов между катодом и нитью накала последняя через высокоомное сопротивление 130 соединяется с движками потенциометров 119, 120 и 124.

Сопротивления 117 и 129 — контрольные и на работу схемы не влияют.

Импульс, выработанный схемой задержки, снимается с катодного сопротивления лампы 2 и подается на сетку лампы синхронизации (левая половина лампы 4). В анодную цепь этой лампы включена одна из обмоток блокинг-трансформатора 651. Две другие обмотки этого трансформатора включены в схему ждущего блокинг-генератора (правая половина лампы 4).

В момент прихода на сетку лампы синхронизации положительного импульса запуска с катода лампы 2 в ее анодной цепи появляется кратковременный отрицательный импульс. Этот импульс посредством индуктивной связи передается с обратным знаком на сетку лампы ждущего блокинг-генератора и отпирает ее. Постоянное отрицательное напряжение, подаваемое на сетку лампы блокинг-генератора и обеспечивающее запирающее лампы до прихода импульса, можно изменять в пределах от 6 до 16,5 в. С приходом импульса блокинг-генератор генерирует в свою очередь одиночный импульс, запускающий схему расширения. Для этого анодные цепи лампы ждущего блокинг-генератора и основной лампы схемы расширения (левая половина лампы 6) связаны друг с другом. Анодный импульс ждущего блокинг-генератора подается на часть анодной нагрузки левой половины лампы 6, состоящей из сопротивлений 138 и 149. Это уменьшает взаимное влияние этих схем. Амплитуда выходного импульса ждущего блокинг-генератора порядка 40 в. Принцип действия ждущего блокинг-генератора изложен в приложении.

Схема расширения служит для увеличения длительности короткого импульса запуска от 1 мсек до длительности, соответствующей заданной дальности.

Индикатор кругового обзора имеет три шкалы дальности 80, 200 и 400 км.

Для дальности 400 км длительность импульса схемы расширения соответственно равна 2670 мсек. Для дальности 200 км длительность импульса должна быть оставлена той же, так как на этой дальности должна быть обеспечена возможность секторного обзора, при котором на экране трубки укладывается 400 км. По тем же соображениям для дальности 80 км длительность импульса выбрана равной 1400 мсек, что соответствует дальности 200 км. Кроме того, расширенный импульс должен быть строго П-образной формы с короткими участками нарастания и спада и не должен зависеть от стабильности частоты импульса запуска.

23

Схема расширения с катодным повторителем и ограничивающим диодом включает в себя лампы 6, 7 и правую половину лампы 5. Основным элементом схемы является лампа 6 типа 6Н7С. Правая половина лампы 5 типа 6Н8С — катодный повторитель схемы, а лампа 7 — ограничивающий диод. Принцип действия схемы расширения такого типа изложен в приложении.

Длительность выходных импульсов схемы расширения определяется емкостью конденсатора 512 и величиной сопротивления 152. Постоянная времени этой цепи равна 1,55 мсек, с введением переменных сопротивлений 154 (для шкалы 80 км) и 153 (для шкал 200 и 400 км) эта постоянная времени значительно увеличивается, обеспечивая перекрытие заданных длительностей разверток.

Использование катодного повторителя (правой половины лампы 5) анодного импульса левой половины лампы 6 уменьшает время восстановления схемы, так как оно определяется постоянной времени цепи, состоящей из основного конденсатора 512 и малого входного сопротивления сетки — катод правой половины лампы 5. Наличие катодного повторителя удобно еще тем, что при этом отрицательный запирающий импульс, подаваемый в остальные цепи, получается достаточной мощности.

Кроме вышеуказанного, на время восстановления схемы существенное влияние оказывают паразитные междуэлектродные емкости анод — сетка, создающие дополнительные перепады анодного напряжения в начале и в конце импульса. Ограничение этих перепадов производится включением в анодные цепи ламп диодов (лампа 7), чем достигается ограничение времени установления за счет ограничения напряжения перепада.

Фиксация положительного напряжения схемы расширения левой лампой 7 (левая половина лампы 6Х6С) происходит примерно на уровне напряжения 270 в, а отрицательного напряжения — правой лампой 7 (правая половина лампы 6Х6С) — на уровне 170 в. Амплитуда выходного импульса схемы расширения порядка 120 в. Нить накала лампы 5 питается от отдельного источника напряжения накала.

Выходной П-образный импульс схемы расширения, снимаемый с катодного сопротивления правой половины лампы 5, подается на управляющую сетку разрядной лампы (левая половина лампы 9) схемы генератора пилообразного напряжения со следящей емкостной связью.

Схема генератора развертки дальности вырабатывает напряжения пилообразной формы. Длительность вырабатываемого пилообразного импульса определяется длительностью импульса схемы расширения. Схема состоит из генератора пилообразного напряжения (левая половина лампы 9 типа 6Н7С) и зарядного диода 10 типа 6Х6С.

На сетку левой половины лампы 9 поступает П-образный импульс с катодного повторителя схемы расширения. Конденсатор 518 (519, 528, 520, 521, 522) заряжается от конденсатора 525 цепи об-

ратной связи через сопротивления 167 и 171 (169 и 172, 170 и 173) до тех пор, пока к сетке разрядной лампы приложен отрицательный импульс схемы расширения. С прекращением импульса конденсатор разряжается через левую половину лампы 9.

Принцип действия такой схемы изложен в приложении.

Постоянная времени цепи сетки левой половины лампы 9 (разрядной лампы), определяемая емкостью конденсатора 517 и величиной сопротивления 164, равна 0,25 сек. Такая постоянная времени обеспечивает неискаженную передачу расширенного импульса на обе сетки лампы 9. Скорость нарастания пилообразного напряжения и его амплитуда определяются параметрами постоянных и переменных сопротивлений 167—171, 169—172, 170—173 и конденсаторов 518, 519 и 528, 520, 521 и 522 соответственно для масштабов дальности 80, 200 и 400 км.

Амплитуда пилообразных напряжений в среднем положении движков потенциометров масштаба развертки (171, 172, 173) равна 60 в (для шкал 80 и 200 км) и 30 в (для шкалы 400 км).

Для получения линейного пилообразного напряжения ток заряда конденсатора должен сохраняться постоянным. Это достигается путем подачи на катод зарядного диода напряжения, близкого по форме к напряжению на конденсаторе 518 (519, 528, 520, 521, 522). Для этого зарядные сопротивления подключаются к шине +300 в через диод 6Х6С (лампа 10). Диод автоматически запирается на время заряда конденсатора 518 (519, 528, 520, 521, 522), так как на его катод подается дополнительное положительное напряжение через конденсатор 525 с катодной нагрузки выходной лампы.

Емкость конденсатора 525 цепи обратной связи выбрана примерно в 80 раз больше максимальной емкости зарядной цепи (конденсатор 520, 521, 522), и, следовательно, постоянная времени цепи обратной связи получается значительно больше постоянной времени зарядной цепи.

При этом линейность развертки получается такой, что на всех шкалах дальности наибольшее отклонение пилообразного напряжения от линейного закона не превышает 1,5—2%.

Следовательно, во время подачи на сетку левой половины лампы 9 отрицательного импульса схемы расширения на аноде ее будет положительное пилообразное напряжение, линейное во времени.

Как только действие импульса схемы расширения кончается, лампа 9 отпирается и происходит быстрый разряд зарядного конденсатора 518 (519, 528, 520, 521, 522) через лампу.

Пилообразное напряжение с зарядного конденсатора подается на схему усилителя с обратной связью.

Нить накала диода питается от отдельного источника напряжения накала.

Схема усилителя с обратной связью служит для усиления пилообразного напряжения, снимаемого с зарядного конденсатора. В схему входят лампы 11, 12, 13 и 14. Лампа 11 типа 6Н8С — усилитель, лампа 12 типа 6Х6С — восстановитель постоянной составля-

ющей и лампы 13 и 14 типа 6ПЗ — выходные лампы схемы развертки дальности.

Принцип действия такой схемы изложен в приложении в конце книги.

Левая половина лампы 11 усиливает напряжение, равное разности между линейным напряжением на зарядном конденсаторе 511 (519, 528, 520, 521, 522) и напряжением, поданным на ее катод через сопротивление 183. С анода первой усилительной лампы (левая половина лампы 11) через переходной конденсатор 527 это разностное напряжение подается на сетку второго усилительного каскада (правая половина лампы 11). Усиленное разностное напряжение снимается с анода правой половины лампы 11 и подается на сетку выходных ламп 13 и 14 цепи развертки дальности. В анод левой половины усилительной лампы 11 включена развязывающая цепь из сопротивления 181 и конденсатора 526. Эта развязывающая цепь уменьшает воздействие импульсов, которые могут попасть с анодной шины на сетку второй усилительной лампы (правая половина лампы 11), чем достигается устойчивость режима схемы с обратной связью. Постоянная времени сеточной цепи второй лампы усилителя равна 30 мсек, что обеспечивает неискаженную передачу на ее сетку пилообразного напряжения наибольшей длительности. Величина разностного напряжения между сеткой и катодом левой половины лампы 11 — 0,5 — 0,76 в. Коэффициент усиления усилитель (лампы 11) с включенной обратной связью порядка 150 — 200.

При передаче импульса с анода второго усилительного каскада (правая половина лампы 11) на сетку выходных ламп 13 и 14 происходит заряд конденсатора 530. За время отсутствия импульса конденсатор должен полностью разрядиться, так как оставшийся на нем заряд внесет значительные искажения.

Для исключения возможных искажений в схему включен восстанавливающий диод (лампа 12).

Восстановление постоянной составляющей напряжения на конденсаторе 527 осуществляется сеточной цепью правой половины лампы 11. Принцип работы ламп восстановления постоянной составляющей изложен в конце книги в приложении.

Выходные лампы до прихода пилообразного напряжения заперты постоянным отрицательным смещением на управляющих сетках. С момента поступления со схемы расширения на сетку разрядной лампы (левая половина лампы 9) отрицательного импульса выходные лампы отпираются положительным импульсом, образующимся на анодной нагрузке правой половины лампы 11. Для этого ее анод гальванически связан с анодом правой половины лампы 9.

Правая половина лампы 9, отпираясь и запираясь одновременно с разрядной лампой (левая половина лампы 9), изменяет напряжение на аноде правой половины лампы 11, обеспечивая этим отпирание выходных ламп на время прямого хода развертки дальности и запираание их на время обратного хода.

26

Смещение на сетки выходных ламп 13 и 14 снимается с делителя напряжения, состоящего из сопротивлений 187 и 188, и равняется примерно 80 в. Постоянная времени сеточной цепи выходных ламп определяется величиной сопротивления 189, емкостью конденсатора 530 и равна 30 мсек, что обеспечивает неискаженное прохождение импульса с анода правой половины лампы 11 на сетки выходных ламп.

В анодную цепь выходных ламп 13 и 14 включены отклоняющие катушки 657. Линейный пилообразный ток, питающий обмотки этих катушек, смещает луч электроннолучевой трубки в радиальном направлении, образуя развертку дальности.

Амплитуда выходного тока регулируется потенциометром 197 в пределах от 100 до 350 ма.

Амплитуда тока, необходимая для отклонения луча на весь экран трубки, должна быть порядка 170 ма. Такая амплитуда выходного тока позволяет смещать луч по диаметру трубки в режиме секторного обзора. Применение в выходном каскаде двух ламп, работающих в параллель, объясняется большой амплитудой выходного тока.

Сопротивления 190 и 191 в цепях управляющих сеток и сопротивления 192 и 193 в цепях экранирующих сеток служат для предотвращения возбуждения ламп выходного каскада развертки на высоких частотах.

В индикаторе кругового обзора применены отклоняющие катушки открытого типа. Такие катушки и режим их работы описаны в приложении. Данные катушек, примененных в блоке, следующие: индуктивность 0,130 мГн, число витков 2 000. Отклоняющие катушки шунтируются сопротивлением 194, установленным для гашения собственных колебаний, которые могут возникнуть в контуре отклоняющих катушек, образованном индуктивностью катушки с паразитной емкостью.

§ 8. Схема смешивания и усиления масштабных отметок дальности и азимута

Для того чтобы на экране трубки создать линии электрического масштаба дальности и азимута, на управляющий электрод трубки необходимо подать импульсы с блока масштабных отметок дальности (блок ДА-01) и с блока масштабных отметок азимута (блок ЖА-50).

Подаваемые на управляющий электрод трубки импульсы масштабных отметок должны регулироваться по соотношению амплитуд и совместно по общей амплитуде отметок масштабной сетки. Для этого в индикаторе предусмотрена возможность выделения импульсов 50 и 100-километровых отметок дальности и 30-градусных отметок азимута и регулировки амплитуды выделенных сигналов. Эти задачи решаются схемой смешивания и усиления масштабных отметок.

27

Принципиальная схема цепи смешивания и усиления масштабных отсчетов дальности и азимута приведена на рис. 11. В схему входят: входная лампа 15 типа 6Н8С, ограничивающий диод—лампа 16 типа 6Х6С, смешивающая лампа 17 типа 6Ж4 и выходная лампа 18 типа 6Н8С.

Входная лампа представляет собой два катодных повторителя, служащих для устранения в индикаторе влияния внешних цепей на цепи смешивания. Импульсы отсчетов повторяются на катодных сопротивлениях 211 и 213 этих ламп и соответственно подаются на аноды двойного диода 16 (отсекающие диоды), работающего как амплитудный ограничитель с последовательно включенным диодом.

Катоды диода через сопротивления соединены с катодом усиленной лампы 17.

Постоянный потенциал на катode усиленной лампы задается положительным потенциалом на ее управляющей сетке. Разность потенциалов между анодами и катодами диода до прихода импульсов определяется разностью постоянных напряжений, поданных на сетки ламп входных катодных повторителей (обе половины лампы 15) и на сетку лампы усиленного каскада (лампа 17). Эта разность потенциалов выбирается такой, чтобы диод был закрытым и открывался только с приходом на его анод положительных импульсов отсчетов. Постоянное напряжение на управляющих сетках лампы 15, снимаемое с потенциометров 207 и 208, может изменяться от —55 до —95 в, а относительно потенциала, подаваемого на управляющую сетку лампы 17, от 0 до —40 до —45 в. Это обеспечивает возможность полной отсеки импульсов. Если же выключателем 728 сетка лампы 15 подсоединить к земле, то эта разность увеличится до —90 до —95 в. Лампа 15 в этом случае окажется закрытой и масштабных отсчетов не будет.

Смешивание отсчетов дальности и азимута осуществляется на катодном сопротивлении усиленной лампы 17. Сетка этой лампы по переменному напряжению заземлена через конденсатор 541, следовательно, изменения напряжения в катодной цепи будут усиливаться в анодной цепи этой лампы с тем же знаком. Поскольку длительность импульсов отсчетов мала (порядка 1 мксек), то усилитель должен быть широкополосным. Амплитуду масштабного импульса дальности (при постоянной величине отсеки) определяет коэффициент усиления усилителя с катодным выходом (лампа 17), а также отношение величин переменных сопротивлений 216 и 217 к величине выходного сопротивления этого усилителя.

Коэффициент усиления масштабных импульсов дальности регулируется в пределах от 0,5 до 10 изменением величины сопротивления 216, а коэффициент усиления масштабных импульсов азимута регулируется в пределах от 1 до 10 изменением величины сопротивления 217. Конденсатор 540—блокировочный. Катушка индуктивности 652 включена для корректировки частотной характеристики усиленного каскада. Величина индуктивности регулируется карбопильным сердечником.

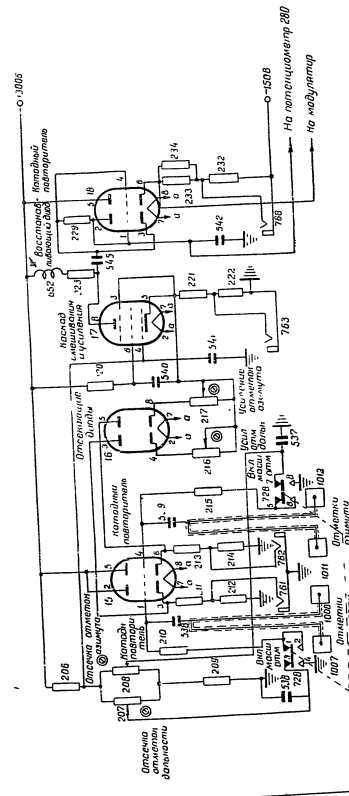


Рис. 11. Принципиальная схема цепи смешивания и усиления масштабных отсчетов дальности и азимута.

Усиленные импульсы с анода лампы 17 через переходной конденсатор 545 подаются на сетку лампы выходного катодного повторителя (чтобы искажения импульсов отсчетов при передаче их в трубку были минимальными, на выходе схемы включен катодный повторитель). Левая половина лампы 18 служит для восстановления постоянной составляющей напряжения на переходном конденсаторе 545.

Емкость переходного конденсатора 545 и величина сопротивления утечки катодного повторителя (правая половина лампы 18) определяют постоянную времени цепи порядка 0,25 сек., что обеспечивает неискаженное прохождение серии импульсов отсчетов азимута. Постоянное напряжение на сетке катодного повторителя при вращении ручки ЯРКОСТЬ (переменное сопротивление 280 на рис. 12) будет меняться от -150 до +50 в. Конденсатор 542—блокировочный. Сопротивления 212, 214, 222 и 232—контрольные и на работу схемы не влияют.

С катода правой половины лампы 18 импульсы масштабных отсчетов подаются на управляющий электрод электроннолучевой трубки.

Принципы действия схемы катодного повторителя, схемы амплитудного ограничителя и схемы широкополосного усилителя изложены в приложении в конце книги.

§ 9. Схема усиления отраженных сигналов и сигналов опознавания

Схема усиления отраженных сигналов и сигналов опознавания служит для усиления импульсов, поступающих со смесительного устройства (СБ-50). В схему входят три одинаковых широкополосных усилителя с общей анодной нагрузкой, на которой происходит смешивание отраженных сигналов и сигналов опознавания. На выходе цепи усиления поставлен катодный повторитель.

Принципиальная схема усиления отраженных сигналов и сигналов опознавания приведена на рис. 12. В схему входят: усилитель отраженных сигналов вертикального канала (лампа 19 типа 6Ж4), усилитель сигналов опознавания (лампа 20 типа 6Ж4), усилитель отраженных сигналов наклонного канала (лампа 21 типа 6Ж4) и выходная лампа 25 типа 6Н8С. Поскольку все усилители схемы одинаковы, рассмотрим один из них, например, усилитель отраженных сигналов вертикального канала.

Положительный импульс отраженного сигнала с амплитудой 2÷2,5 в от блока СБ-50 подается на управляющую сетку лампы широкополосного усилителя через разъем 1005, разделительный конденсатор 548 и сопротивление 236.

С делителя напряжения, состоящего из сопротивлений 239, 240 и 241 и включенных между шиной -150 в и землей, при замыкании контактов 1—3 выключателя 716 на управляющую сетку лампы 19 подается постоянное смещение порядка 1,5 в. С приходом отраженного сигнала в анодной цепи лампы появляется усиленный импульс

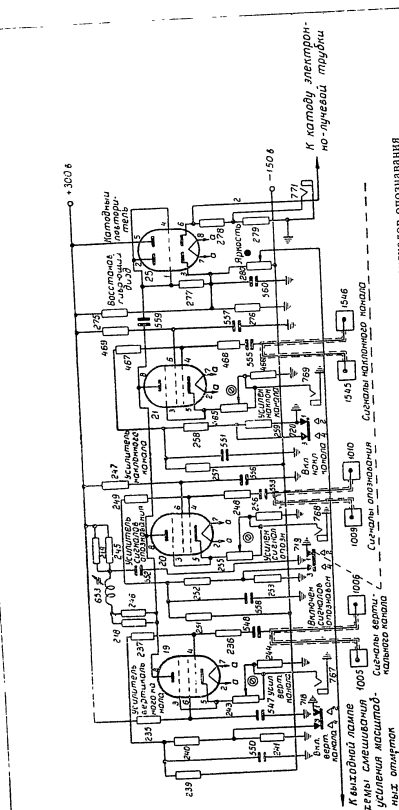


Рис. 12. Принципиальная схема усиления отраженных сигналов и сигналов опознавания

отраженного сигнала отрицательной полярности. При разомкнутых контактах 1—3 выключателя 718 напряжение на управляющей сетке понижается до -40 в. Конденсатор 550 блокирует цепь управляющей сетки, а конденсатор 547 — цепь экранирующей сетки лампы. Сопротивление 236 ограничивает сеточные токи лампы при подаче на ее управляющую сетку импульсов с большими амплитудами.

Коэффициент усиления лампы 19 регулируется изменением величины сопротивления 243 в пределах от 3 до 15. Сопротивление 244 — контрольное.

В анодной цепи усилительных ламп последовательно с анодным сопротивлением включена корректирующая катушка (дрессель в.ч.) 653, индуктивность которой регулируется карбонильным сердечником. Величина анодного сопротивления 246 и 218 и индуктивности корректирующей катушки определяют полосу пропускания усилителя в 1,8 мГц.

Развязывающая цепь в анодной цепи усилительных ламп состоит из сопротивлений 245 и 219 и конденсатора 552. Она снижает анодное напряжение лампы до $90-140$ в, обеспечивая этим нормальный режим работы этих ламп и ограничивая рассеиваемую на их анодах мощность.

Отраженные сигналы с анодов усилительных ламп через переходной конденсатор 559 поступают на сетку правой половины лампы 25 (6Н8С) выходного катодного повторителя схемы усиления. Восстанавливающий диод (левая половина лампы 25) фиксирует постоянный потенциал на сетке выходного катодного повторителя после переходного конденсатора 559.

На катод трубки с сопротивлением 278 через лампу катодного повторителя 25 подается постоянное напряжение порядка $+50-+60$ в, снимаемое с делителя, состоящего из сопротивлений 275, 276 и 280, включенных: первое и второе — между шиной $+300$ в и землей, третье — между шиной -150 в и землей.

Как уже говорилось выше, напряжение, поступающее на управляющий электрод, снимается с переменного сопротивления 280. При вращении ручки ЯРКОСТЬ напряжение на управляющем электроде трубки относительно потенциала ее катода будет изменяться в пределах от 0 до -200 в.

Это обеспечивает полное запыление электронного луча трубки по управляющему электроду. Сопротивление 279 в катоде лампы — контрольное. С приходом на катод трубки усиленного отрицательного отраженного сигнала потенциал управляющего электрода трубки по отношению к катоду уменьшается и экран трубки в это время засвечивается. Работа схемы широкополосного усилителя, схемы катодного повторителя и схемы восстанавливающего диода изложены в приложении.

§ 10. Схема вращения развертки дальности

Для получения вращения развертки дальности в индикаторе кругового обзора используется вращение отклоняющей катушки син-

хронно с антенной. На рис. 13 представлена принципиальная схема вращения развертки дальности.

Цепь вращения развертки дальности состоит из блока сервомотора БСМ-01, отклоняющей системы 657 и сервоусилителя. В блок сервомотора БСМ-01 входят: сельсин 702 точного слежения типа СС-405, сельсин 703 грубого слежения типа СС-405 и электродвигатель 701 типа СЛ-262.

Статорные обмотки сельсинов индикатора соединены с роторными обмотками сельсинов-датчиков, размещенных в блоке ФД-01. Напряжение с роторных обмоток сельсинов индикатора через разъем 1015 поступает на вход сервоусилителя, а с выхода сервоусилителя — на обмотку возбуждения электродвигателя.

При вращении антенны напряжения рассогласования, снимаемые с роторных обмоток сельсинов блока сервомотора, усиливаются сервоусилителем и воздействуют на обмотку возбуждения сервомотора, ротор которого начинает вращаться синхронно и синфазно с антенной. Электродвигатель через редуктор вращает отклоняющую катушку 657 индикатора.

Отклоняющая система механически связана с блоком сервомотора.

Принцип действия синхронной передачи угла поворота антенны, конструкция и кинематическая схема блока сервомотора БСМ-01 и описание схемы сервоусилителя приведены в описании синхронно-следящей системы (Техническое описание, ч. III).

Сопротивления 101, 102 и 103 включены в цепь питания электродвигателя (220 в) последовательно с якорем и определяют величину питающего тока.

Сопротивления 483 и 481, включенные параллельно якорю двигателя, и контрольные сопротивления 484 и 482 служат для контроля надежности контакта между коллектором и щетками прибора, включаемым в контрольные гнезда 811 и 812. Расположение трубки и отклоняющей системы на шасси блока показано на рис. 14.

§ 11. Цепь управления рабочим режимом трубки

В цепь управления рабочим режимом трубки входят две раздельные схемы: схема управления фокусировкой и схема засвета. Принципиальная схема цепи управления рабочим режимом трубки приведена на рис. 15. В схему управления фокусировкой входит лампа 31 типа 6П3С. В анодную цепь этой лампы включена фокусирующая катушка, а в цепь управляющей сетки включен потенциометр 475.

При этом будет изменяться ток фокусирующей катушки в пределах от 5 до 20 мА. Фокусировка луча осуществляется регулировкой тока фокусирующей катушки. Конденсатор 599, заземляющий сетку лампы по переменному напряжению, — блокировочный. Принцип

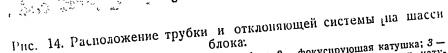
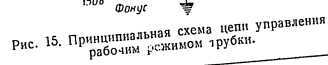


Рис. 14. Расположение трубки и отклоняющей системы для шасси блока:

1 — ламповая панель электроуправления катушкой; 2 — фокусирующая катушка; 3 — токосъемник отклоняющих катушек; 4 — щиток токосъёмника отклоняющих катушек; 5 — токосъёмники катушек смещения центра; 6 — коаксиалы вакуумного магнетрона; 7 — коаксиалы электромашинной трубки; 8 — выходной пульт электроуправления катушкой; 9 — блок селекторов БСМ-01; 10 — секционный пульт электроуправления катушкой; 11 — датчик угла поворота; 12 — электроподогреватель СЛ-26.



магнитной фокусировки луча с помощью подобной схемы описан в приложении в конце книги.

В схеме засвета используется лампа 42 типа 6П3С.

Электроннолучевая трубка должна отпираться только на время действия развертки. Для этой цели управляющая сетка (через сопротивление 473) и катод лампы 42 (через сопротивление 476) соединены с шиной — 150 в, причем напряжение на катоде подбрасывается таким, чтобы лампа была отперта. Анодное напряжение в это время около 20 в (относительно земли). Этим напряжением трубка запирается по ускоряющему электроду.

Управляющая сетка связана с катодным повторителем схемы развертки дальности (лампа 5) через разделительный конденсатор 566. С приходом на сетку отрицательного импульса напряжение на сетке понижается (относительно катода), лампа запирается, анодное напряжение лампы увеличивается и трубка отпирается по ускоряющему электроду; при этом трубка остается открытой на все время длительности импульса схемы расширения, т. е. длительности развертки. Постоянная времени переходной цепи (конденсатор 566 и сопротивление 473), равная 100 мсек, обеспечивает неискаженное прохождение импульса с катода правой половины лампы 5 на сетку лампы 42.

§ 12. Схема смещения центра развертки

Схема смещения центра развертки служит для перемещения начала развертки в любую точку экрана трубки в режиме секторного обзора.

Перемещение начала развертки осуществляется подачей постоянного тока в катушки с замкнутым магнитопроводом. Материал ярма — молибденовый пермаллой с малой коэрцитивной силой.

Принципиальная схема смещения в индикаторе центра развертки приведена на рис. 16.

Величина тока в смещающих катушках регулируется изменением тока лампы 26 типа 6П3С. Для этого потенциометром 283, включенным через переключатель 726, регулируется напряжение смещения на сетке лампы.

В режиме секторного обзора переключатель 726 ставится в положение 3—1. Через лампу проходит ток. В этом случае сопротивление 282 ограничивает подачу положительного напряжения на сетку лампы 26, предохраняя ее тем самым от перегрузки. Сопротивление 284, включенное в катодную цепь лампы, увеличивает ее внутреннее сопротивление и уменьшает амплитуду импульса анодного тока. Это обеспечивает плавное изменение анодного тока лампы смещения. Конденсатор 565 — блокировочный.

В режиме кругового обзора на сетку лампы 26 подается полное напряжение с шины — 150 в (положение 2—4 переключателя 726), лампа заперта и ток через нее не идет.

36

Описание конструкции и принципа работ смещающих катушек с замкнутым магнитопроводом дано в приложении.

§ 13. Система контроля цепей

Для контроля работы ламп и питающих напряжений в индикаторе кругового обзора предусмотрены специальные контрольные гнезда. Все контрольные гнезда выведены на переднюю панель блока.

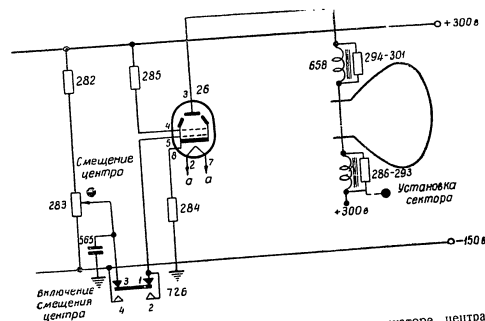


Рис. 16. Принципиальная схема смещения в индикаторе центра развертки.

В каждую контролируемую цепь включаются измерительные (контрольные) сопротивления (последовательно с основными сопротивлениями). С этих сопротивлений снимаются напряжения на контрольных гнезда, в которые включаются приборы (осциллограф или вольтметр). Выбором величин контрольных сопротивлений предусмотрено:

- исключение влияния контрольного сопротивления на работу схемы;
- уравнивание на контрольных гнездах всех проверяемых напряжений, что позволяет пользоваться прибором с одной шкалой;
- исключение шунтирования контрольных сопротивлений измерительными приборами, что могло бы вызвать искажение формы контролируемых напряжений и осциллограмм.

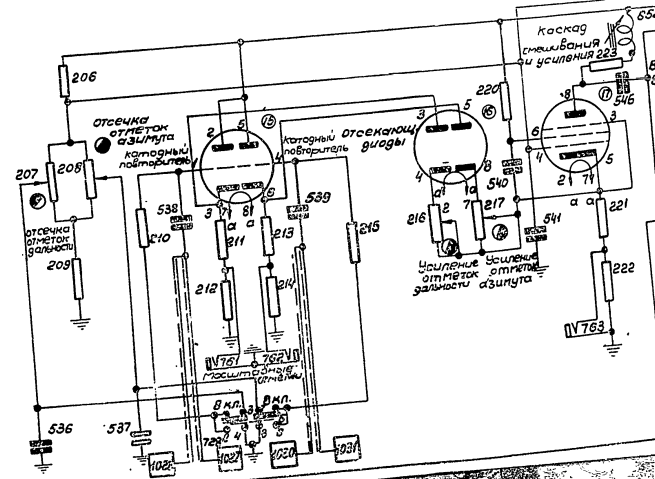
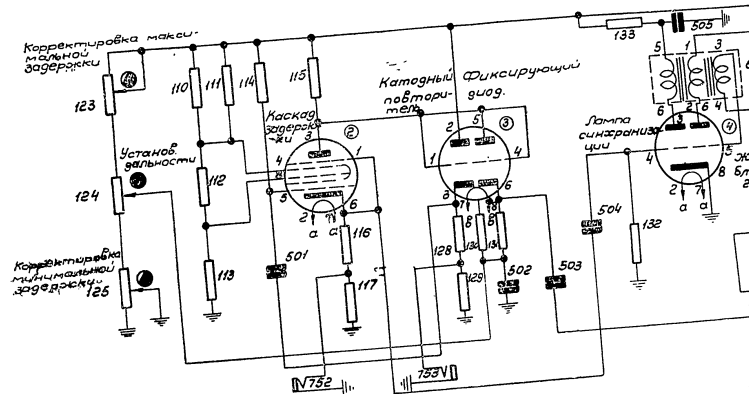
Полная принципиальная схема блока индикатора кругового обзора ЦО-02 приведена на рис. 17.

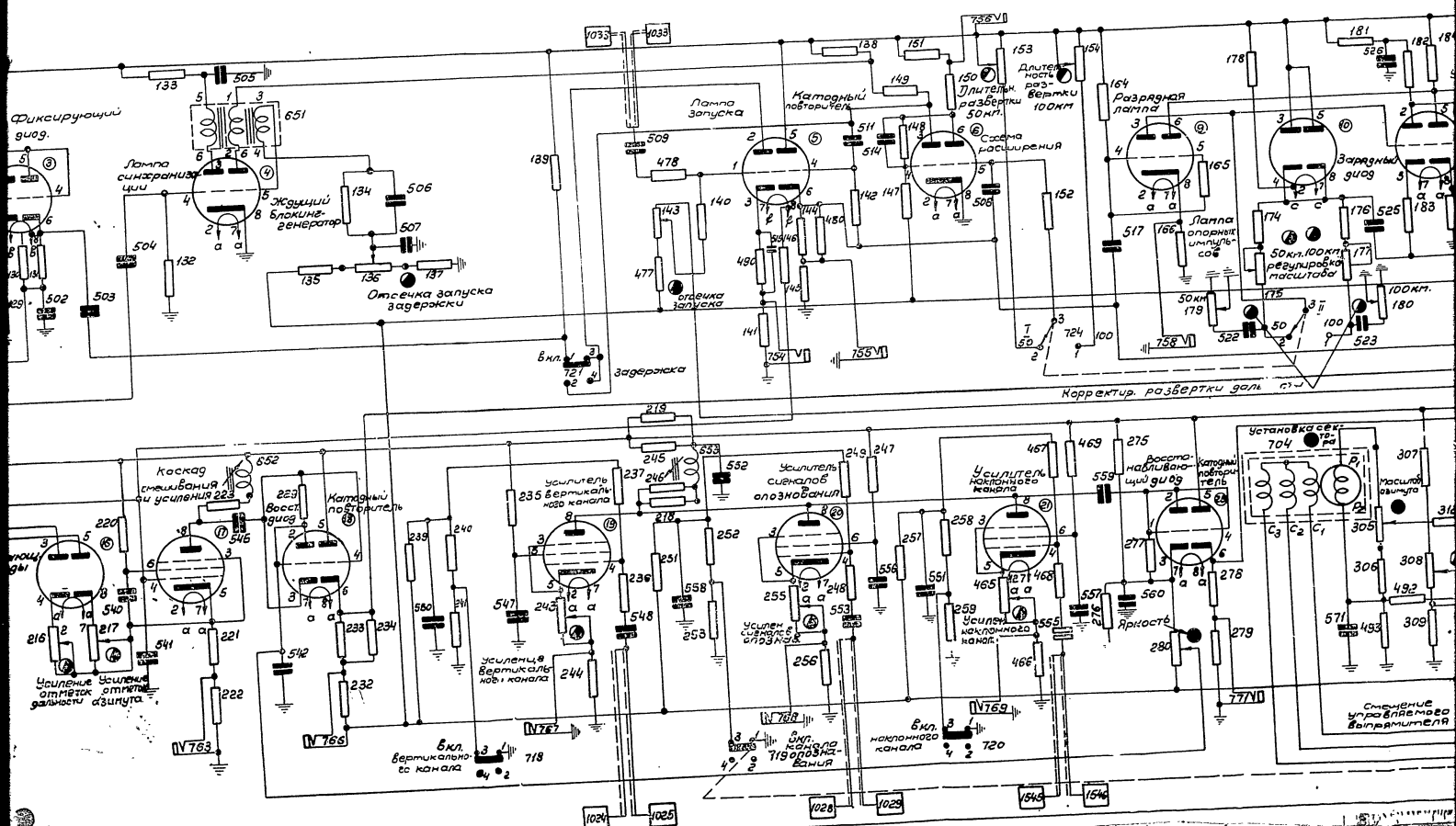
37

СПЕЦИФИКАЦИЯ
К ПОЛНОЙ ПРИНЦИПИАЛЬНОЙ СХЕМЕ БЛОКА ИНДИКАТОРА
КРУГОВОГО ОБЗОРА ПО-02
(рис. 17)

Обозначение на принципиальной схеме	Наименование	Тип	Электрические данные
1	Электроннолучевая трубка	31LM32	—
2	Лампа	6A7	—
3	"	6H8C	—
4	"	6H7C	—
5	"	6H8C	—
6	"	6H7C	—
7	"	6X6C	—
9	"	6H8C	—
10	"	6X6C	—
11	"	6H8C	—
12	"	6X6C	—
13	"	6H8C	—
14	"	6X6C	—
15	"	6H8C	—
16	"	6X6C	—
17	"	6H8C	—
18	"	6X6C	—
19	"	6H8C	—
20	"	6X6C	—
21	"	6H8C	—
25	"	6X6C	—
26	"	6H8C	—
34	"	6X6C	—
42	"	6H8C	—
81	Лампа миниатюрная	6X6C	6,3 а; 0,28 а
82	"	6H8C	6,3 а; 0,28 а
101	Сопровождение	ПЭ-У	13,5 а; 0,18 а
102	"	ПЭ-У	100 ом
103	"	BC-2,0	100 ом
110	"	BC-0,5	68 ком, 10%
111	"	BC-0,5	4,7 ком, 10%
112	"	BC-0,5	1,2 Мом, 10%
113	"	BC-1,0	10 ком, 10%
114	"	BC-0,5	100 ом, 10%
115	"	BC-0,25	39 ком, 10%
116	"	BC-2,0	47 ком
117	"	СП-2-47-А	47 ком
118	"	СП-2-47-А	10 ком, 4 вт
119	"	Переменное проволочное, тип 1	18 ком, 4 вт
120	"	Переменное проволочное, тип 2	10 ком, 4 вт
123	"	Переменное проволочное, тип 1	10 ком, 4 вт
124	"	Переменное проволочное, тип 2	10 ком, 4 вт
125	"	Переменное проволочное, тип 1	10 ком, 4 вт

38





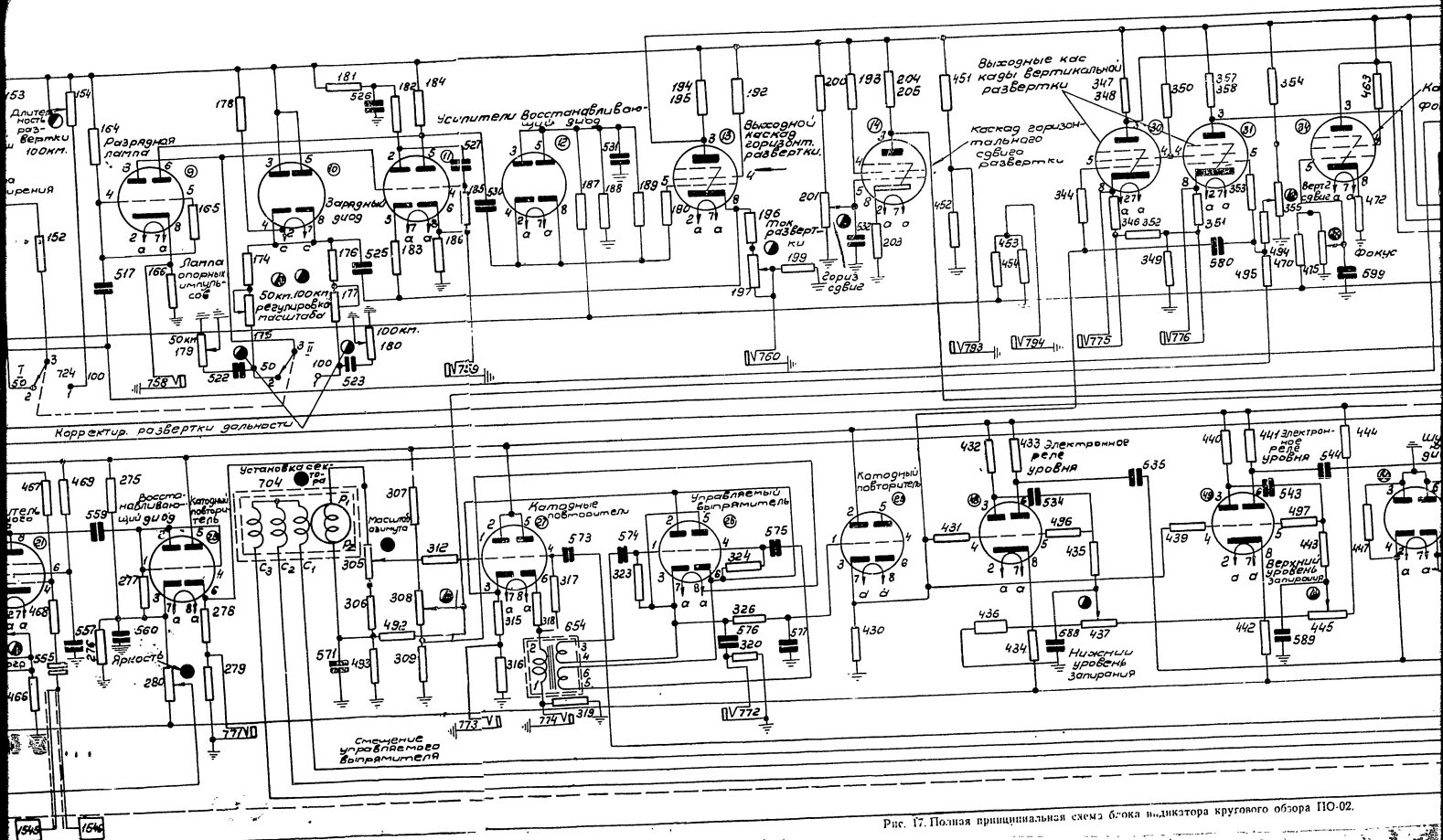
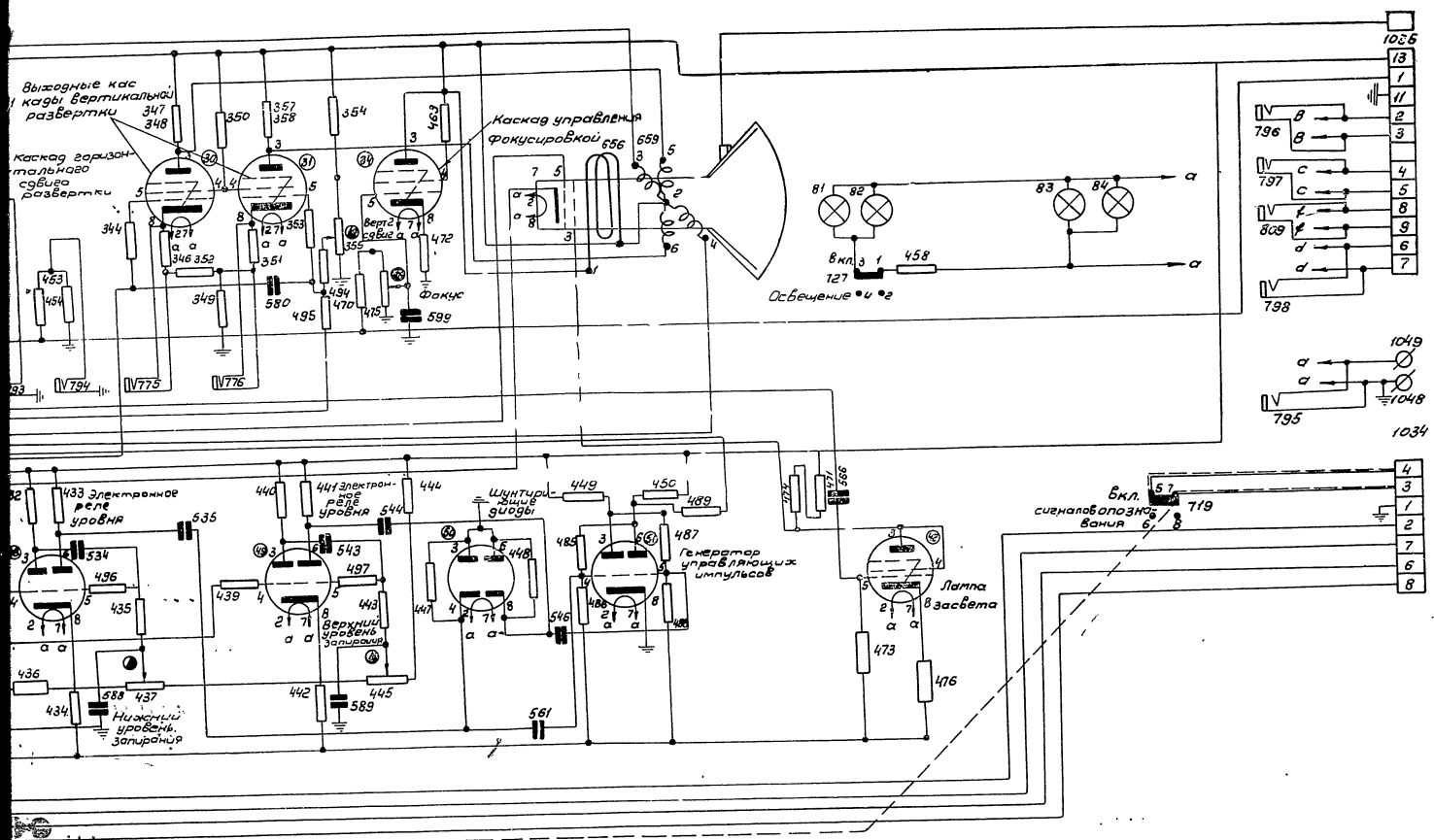


Рис. 17. Полная принципиальная схема блока индикатора кругового обзора ПИО-02.

СЕКРЕТНО
Вклейка № 2 к заказу № 87с



принципиальная схема блока индикации кругового обзора ПГО-02

Продолжение

Обозначение на принци- пальной схеме	Наименование	Тип	Электрические данные
128	Сопrotивление	BC-2-0	47 ком, 10%
129	"	BC-0.25	100 ом, 10%
130	"	BC-0.25	1 Мом, 10%
131	"	BC-0.5	10 ком, 10%
132	"	BC-0.25	1 Мом, 10%
133	"	BC-2.0	47 ком, 10%
134	"	BC-0.5	27 ком, 10%
135	"	BC-0.5	0,22 Мом, 10%
136	"	СП-2-22-A	22 ком
137	"	BC-0.5	10 ком, 10%
138	"	BC-0.25	560 ом, 1%
139	"	BC-1.0	3,3 ком, 10%
140	"	BC-0.25	22 ком, 10%
141	"	СБП	25 ом, 5%
142	"	BC-0.25	0,46 Мом, 10%
143	"	СП-2-220-A	220 ком
144	"	BC-2.0	47 ком, 10%
145	"	BC-0.25	100 ом, 10%
146	"	BC-0.25	1 Мом, 10%
147	"	BC-1.0	0,33 Мом, 5%
148	"	BC-1.0	0,47 Мом, 5%
149	"	BC-2.0	22 ком, 10%
150	"	BC-2.0	22 ком, 10%
151	"	BC-0.25	100 ом, 10%
152	"	BC-0.5	0,47 Мом, 10%
153	"	СП-2-1000-A	1 Мом
154	"	СП-2-1000-A	1 Мом
155	"	BC-0.5	0,82 Мом, 10%
156	"	BC-0.5	0,47 Мом, 10%
157	"	Переменное проволоч- ное, тип 1	10 ком
158	"	Переменное проволоч- ное, тип 1	10 ком
159	"	BC-2.0	10 ком, 10%
164	"	BC-1.0	1 Мом, 10%
165	"	BC-0.25	0,1 Мом, 10%
166	"	BC-0.25	56 ом, 10%
167	"	BC-1.0	1 Мом, 10%
169	"	BC-1.0	1 Мом, 10%
170	"	BC-1.0	1 Мом, 10%
171	"	СП-2-1500-A	1,5 Мом
172	"	СП-2-1500-A	1,5 Мом
173	"	СП-2-1500-A	1,5 Мом
178	"	BC-0.25	1 Мом, 10%
181	"	BC-0.5	10 ком, 10%
182	"	BC-1.0	33 ком, 10%
183	"	BC-0.5	2,7 ком, 10%
184	"	BC-2.0	47 ком, 10%
185	"	BC-0.25	1 Мом, 10%
186	"	BC-0.25	100 ом, 10%
187	"	BC-0.25	0,1 Мом, 10%
188	"	BC-0.25	0,12 Мом, 10%
189	"	BC-0.25	1 Мом, 10%

41

Продолжение				Продолжение			
Обозначение на принципиальной схеме	Наименование	Тип	Электрические данные	Обозначение на принципиальной схеме	Наименование	Тип	Электрические данные
503	Конденсатор	КТК-1-500-47-II	47 пф, 500 в	657	Катушка отклоняющая	—	—
504		КСО-5-250-A-10000-II	10000 пф, 250 в	658	Катушка смещения	СЛ-262	—
505		КСО-5-500-A-6800-II	6800 пф, 500 в	701	Двигатель (с выводом средней точки)	—	—
506		КСО-2/3-570-A-1000-II	10 000 пф, 500 в	702	Сельсин точного слежения	СС-405	—
509		КСО-2-500-A-470-II	470 пф, 500 в	703	Сельсин грубого слежения	СС-405	—
511		КБГ-М2-400-0,25-III	0,25 мкф, 400 в	718	Выключатель	—	—
512		КСО-5-500-Г-3300-II	3300 пф, 500 в	719	Переключатель двухполюсный	—	—
514		КТК-1-500-A-10-II	10 пф, 500 в	720	Выключатель	—	—
515, 516		КБГ-МП-2В-600-2x0,5-III	2x0,5 мкф, 400 в	721	Переключатель пакетный	—	—
517		КБГ-М2-400-0,25-III	0,25 мкф, 400 в	722	Выключатель	—	—
518		КСО-5-500-A-4700-II	4700 пф, 500 в	726	Выключатель	—	—
519		КСО-5-500-Г-4700	4700 пф, 500 в	727	Выключатель	—	—
520		КСО-5-500-Г-6800	6800 пф, 500 в	728	Переключатель двухполюсный	—	—
521		КСО-5-500-Г-6800-II	6800 пф, 500 в	752	Контрольное гнездо	—	—
522		КСО-5-500-Г-6800-II	6800 пф, 500 в	753	"	—	—
525	КБГ-М2-400-0,25-III	0,25 мкф, 400 в	754	"	—	—	
526	КБГ-МН-2В-400-2-III	2 мкф, 400 в	755	"	—	—	
527	КСО-8-500-A-30000-II	30000 пф, 500 в	756	"	—	—	
528	КСО-5-500-Г-4700-II	4700 пф, 500 в	757	"	—	—	
530	КСО-8-500-A-30000-II	30000 пф, 500 в	758	"	—	—	
531, 599	КБГ-МП-2В-60-2x0,5-III	2x0,5 мкф, 400 в	759	"	—	—	
536, 537, 541	КБГ-МП-3В-400-3x0,1-III	3x0,1 мкф, 400 в	760	"	—	—	
538	КСО-5-250-A-10000-II	10000 пф, 250 в	761	"	—	—	
539	КСО-5-250-A-1000-II	10000 пф, 250 в	762	"	—	—	
540	КСО-8-500-A-30000-II	30000 пф, 500 в	763	"	—	—	
542, 550, 558	КБГ-МП-3В-400-3x0,1-III	3x0,1 мкф, 400 в	766	"	—	—	
545	КБГ-М2-400-0,25-III	0,25 мкф, 400 в	767	"	—	—	
547, 552	КБГ-МП-2В-600-2x0,5-III	2x0,5 мкф, 400 в	768	"	—	—	
548	КБГ-М2-400-0,25-III	0,25 мкф, 400 в	769	"	—	—	
551, 560, 565	КБГ-МП-3В-400-3x0,1-III	3x0,1 мкф, 400 в	771	"	—	—	
553	КБГ-М2-400-0,25-III	0,25 мкф, 400 в	793	"	—	—	
555	КБГ-М2-400-0,25-III	0,25 мкф, 400 в	794	"	—	—	
556, 557	КБГ-МП-2В-600-2x0,5-III	2x0,5 мкф, 400 в	795	"	—	—	
559	КСО-5-500-A-4700-II	4700 пф, 500 в	796	"	—	—	
566	КБГ-М2-400-0,25-III	0,25 мкф, 400 в	797	"	—	—	
651	Блокнг-трансформатор	—	—	809	"	—	—
652	Катушка индуктивности	—	320 мкг*	811	"	—	—
653	"	—	—	812	"	—	—
656	Катушка фокусирующая	—	400 мкг	1004	Разъем одноконтактный	—	—
				1005	"	—	—
				1006	"	—	—
				1007	"	—	—
				1008	"	—	—
				1009	"	—	—
				1010	"	—	—
				1011	"	—	—
				1012	"	—	—

* Индуктивность без магнитного сердечника.

* Индуктивность без магнитного сердечника.

СЛУЖБЕНИ
ПИСМА

§ 111. Новые способы конструкции

1974

102
K
).

BYE
STO
127

MEET:

100

OD:

[illegible][illegible]

УПРАВЛЕНИЕ ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ
ГОРОДА МОСКВЫ
УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКИЙ ЦЕНТР
ОБРАЗОВАНИЯ

RESEARCH AND REVENUE
AND CONSTRUCTION

А. Л. Шенников, доктор физико-математических наук, профессор, директор Института проблем механики РАН

[illegible]

13

§ 14. Общие положения

Пол-
размеще-
Органи-
ищевы-
нахосе-
насто-
наКат-
деленно-
секторн-
реднюю-
шарири-
Пол-
креплен-
нымш-
ляется-
колько-
обрам-
трубо-
фокус-
Д-
шасте

Общий вид блока индикатора кругового обзора показан на рис. 18, 19 и 20.

Графическая шкала индикатора кругового обзора конструктивно выполнена в виде литой силуминовой рамы. На этой раме на расстоянии 2 мм от экрана трубки укреплен выпуклый подвижный диск из плексигласа, на котором выгравирована визуальная линия с масштабно-цифровыми отметками дальности для шкалы 200 км.

С лицевой стороны на подвижный диск накладывается обрамляющее кольцо, крепящееся к раме четырьмя болтами. На кольцо, у

...ная диска, выгравирована шкала с угловыми делениями через 1

ая шкала индикатора кругового обзора показана на

поворачивается так, чтобы визирная линия проходила че

изображения цели. Азимут цели считается по азимутальной шкале, нанесенной на неподвижное кольцо. Наклонная считается по кольцам электрической масштабной сетки.

а) при использовании графической шкалы дальности совмещает метками на визирной линии шкалы дальности.

При работе в режиме секторного обзора визирная линия не используется.

Продолжение

Обозначение на принципиальной схеме	Наименование	Тип	Электрические данные
1013	Разъем одно-контактный	—	—
1014	То же	—	—
1015	Разъем 14-контактный	—	—
1016	Разъем 8-контактный	—	—
1017	Разъем 14-контактный	—	—
1545	Разъем одно-контактный	—	—
1546	"	—	—
1050	Зажим накала	—	—
1051	"	—	—

4. КОНСТРУКЦИЯ БЛОКА ИНДИКАТОРА

§ 14. Общее описание конструкции

Блок индикатора кругового обзора смонтирован на угловом шасси. На горизонтальной панели сверху установлена электроннолучевая трубка, экран которой находится на уровне передней панели. В центре горизонтального шасси установлен блок БСМ-01, на котором укреплен отклоняющая система трубки. По сторонам от отклоняющей системы расположены лампы и блокинг-трансформатор.

Под горизонтальной панелью установлены монтажные детали и размещен монтаж схемы.

Органы регулировки индикатора выведены под шлиц и размещены в специальной нише, расположенной на передней панели. Ниша освещается с боков двумя миниатюрными лампочками и закрывается крышкой.

Катушка смещения центра устанавливается оператором в определенном положении; этим выбирается сектор наблюдения в режиме секторного обзора. Ручка вращения этой катушки выведена на переднюю панель и связана с системой смещения центра посредством шарнирного сочленения.

Потенциометры, оси которых выведены на переднюю панель, закреплены на специальных стойках, размещенных под горизонтальным шасси. На передней панели электроннолучевая трубка закрепляется следующим образом: колба трубки зажимается резиновым кольцом, которое своими плоскими краями, посредством стального обрамляющего кольца, прикрепляется к передней панели. Горловина трубки закрепляется специальными зажимами, расположенными за фокусирующей катушкой.

Для предохранения от случайных ударов колба трубки помещается в алюминиевый кожух.

Перед экраном трубки располагается рама, просек которой закрыт оранжевым плексигласом толщиной 3--5 мм, предохраняющим оператора от осколков в случае взрыва колбы и служащим одновременно графической шкалой и светофильтром.

Блок ПО-02 соединяется с блоками БП-01, УС-02, размещенными с ним в одном шкафу, и с блоками, размещенными в других шкафах (ВО-01 и НО-02), через разъемы, расположенные на задней стенке шасси.

Всего в индикаторе 12 высокочастотных разъемов, служащих для передачи импульсов запуска (разъемы 1013, 1014), отметок дальности (разъемы 1007, 1008), отметок азимута (разъемы 1011, 1012), отраженных сигналов вертикального канала (разъемы 1005, 1006), отраженных сигналов наклонного канала (разъемы 1545, 1546), сигналов опознавания (разъемы 1009, 1010).

Напряжения с блока питания подаются на индикатор через разъем 1014. Напряжения синхронно-следящей системы от блока ФД-01 либо от блока ИВ-03 поступают на разъем 1016. Индикатор с сервоусилителем связан через разъем 1015.

Напряжение накала, питающее большинство ламп блока, подается со специальных зажимов. Высокое напряжение на анод электроннолучевой трубки подается через высоковольтный разъем 1014. На задней стенке шасси расположены контакт блокировки и скобы для крепления кабелей.

Общий вид блока индикатора кругового обзора показан на рис. 18, 19 и 20.

§ 15. Графическая шкала

Графическая шкала индикатора кругового обзора конструктивно выполнена в виде литой силуминовой рамы. На этой раме на расстоянии 2 мм от экрана трубки укреплен выпуклый подвижный диск из плексигласа, на котором выгравирована визирная линия с масштабными отметками дальности для шкалы 200 км.

Цель визируется вращением диска ручкой, расположенной в правом углу рамы.

С лицевой стороны на подвижный диск накладывается обрамляющее кольцо, крепящееся к раме четырьмя болтами. На кольце, у края диска, выгравирована шкала с угловыми делениями через 1° от 0 до 360°.

Графическая шкала индикатора кругового обзора показана на рис. 21.

В режиме кругового обзора при отсчете координат цели подвижный диск поворачивается так, чтобы визирная линия проходила через центр изображения цели. Азимут цели считывается по азимутальной шкале, нанесенной на неподвижное кольцо. Наклонная дальность считывается по кольцам электрической масштабной сетки, которая при пользовании графической шкалой дальности совмещается с отметками на визирной линии шкалы дальности.

При работе в режиме секторного обзора визирная линия не используется.

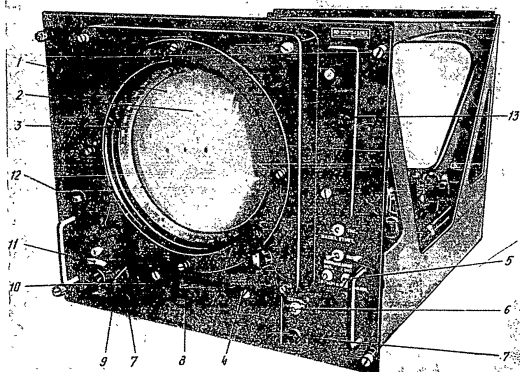


Рис. 18. Общий вид блока индикатора кругового обзора (вид спереди): 1 — экран электроннолучевой трубки; 2 — визирная линия; 3 — азимутальный шкала; 4 — ручка вращения шкалы (визирной линии); 5 — выключатель отраженных сигналов наклонного канала; 6 — выключатель освещения ниши; 7 — патрон и лампочка освещения ниши; 8 — дверца ниши; 9 — переключатель масштаба дальности; 10 — ручка установки дальности; 11 — шкала установки дальности; 12 — ручка установки сектора обзора; 13 — дверца контрольных гнезд.

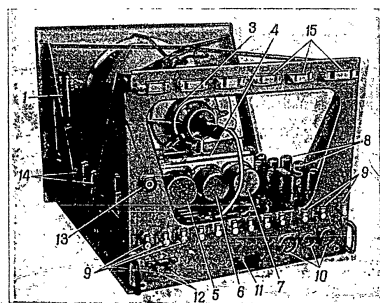


Рис. 19. Общий вид блока индикатора кругового обзора (вид сзади):

1 — колода с контрольными гнездами; 2 — кожух электроннолучевой трубки; 3 — отклоняющая система; 4 — блок сервомотора БСМ-5; 5 — двигатель СЛ-202; 6 — ось точного слежения; 7 — ось грубого слежения; 8 — лампы схемы развертки дальности; 9 — разъемы высокочастотных кабелей; 10 — разъемы силовых кабелей; 11 — контакты бьютиповки; 12 — зажимы цепи накала «А»; 13 — разъем высокочастотного кабеля; 14 — лампы схем смещения и усиления масштабных отметок, отраженных сигналов и сигналов опознавания; 15 — скобы для крепления кабелей.

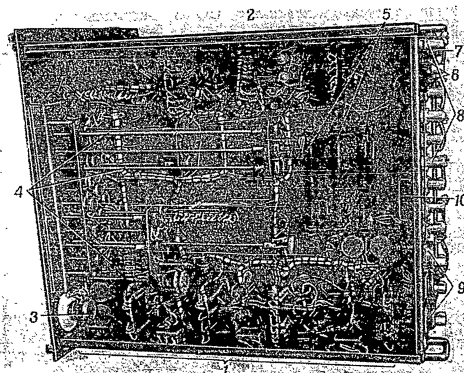


Рис. 20. Общий вид блока индикатора кругового обзора (вид со стороны монтажа):

1 — детали и лампы схем развертки дальности; 2 — детали и лампы схем смещения и усиления масштабных отметок, отраженных сигналов и сигналов опознавания; 3 — потенциометры задержки дальности; 4 — оси потенциометров, выделенные на переднюю панель; 5 — гашение сопротивления в цепи обмотки двигателя СЛ-202; 6 — зажимы цепи накала «А»; 7 — разъем высокочастотного кабеля; 8 — разъемы высокочастотных кабелей; 9 — разъемы силовых кабелей; 10 — контакт блокировки.

5. ОПИСАНИЕ ИНДИКАТОРА КРУГОВОГО ОБЗОРА ПО-03

Выносной индикатор кругового обзора предназначен для совместной работы с командным пунктом типа «Ясень». Во время боевой работы он переносится на командный пункт, располагающийся на расстоянии, не превышающем 300 м от станции.

Индикатор ПО-03 по тактико-техническим данным соответствует индикатору ПО-02. Принципиальные схемы обоих индикаторов отличаются незначительно. Отличие заключается в том, что в схему смещения центра развертки в индикаторе ПО-03 последовательно с основным сопротивлением 283, задающим потенциал на сетку лампы 26 смещения центра развертки, включен потенциометр 479, сопротивление которого значительно меньше сопротивления потенциометра 283 (рис. 22). Благодаря этому появилась возможность плавно регулировать смещение центра развертки.

Конструктивные отличия индикатора ПО-03 от ПО-02 продиктованы требованиями совместной работы индикатора с командным пунктом типа «Ясень» и сводятся к следующему:

1. Для уменьшения параллакса при определении координат целей защитное стекло в индикаторе ПО-03 максимально приближено к экрану трубки.

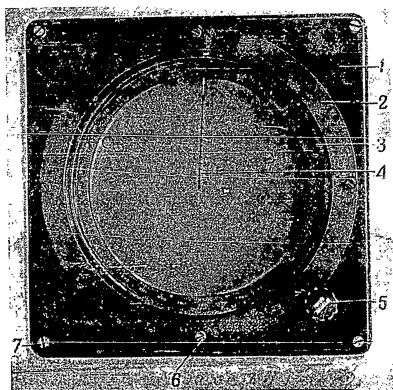


Рис. 21. Графическая шкала индикатора кругового обзора:
1 — рама; 2 — обрамляющее кольцо; 3 — азимутальная шкала; 4 — визуальная линия; 5 — ручка вращения шкалы (визирной линии); 6 — винт крепления обрамляющего кольца; 7 — винт крепления рамы.

2. Для точного совмещения начала развертки с картой введена дополнительная ручка регулировки точного смещения центра развертки — СМЕЩЕНИЕ ЦЕНТРА ТОЧНО.

3. Для более удобной подгонки ось потенциометра регулировки тока развертки выведена к ручке ТОК РАЗВЕРТКИ.

4. Для смещения в пределах 360° линии севера (нулевой азимутальной отметки) введена дополнительная ручка УСТАНОВКА СЕВЕРА. Эта ручка связана со шкалой, позволяющей точно устанавливать линию севера.

Установка линии севера в произвольном положении осуществляется с помощью дифференциала, включенного между выходным зубчатым колесом блока БСМ-01 и паразитным зубчатым колесом, связанным с подшипником отклоняющей системы, на котором закреплена отклоняющая катушка. Дифференциал позволяет вручную поворачивать отклоняющую катушку относительно выходной оси блока сервомотора и таким образом перемещать линию севера.

Рис. 22. Принципиальная схема смещения центра развертки в индикаторе ПО-03.

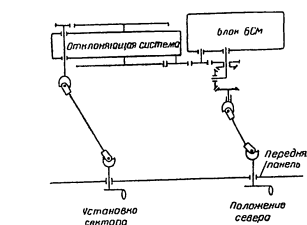
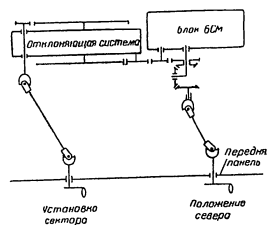


Рис. 23. Кинематическая схема отклоняющей системы.



Кинематическая схема отклоняющей системы приведена на рис. 23.

Общий вид блока индикатора кругового обзора ПО-03 показан на рис. 24.

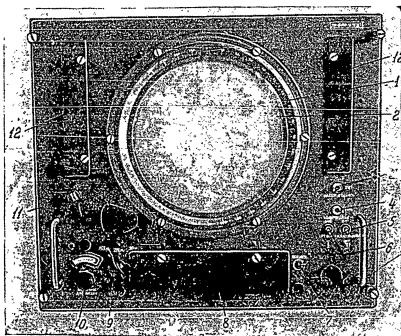


Рис. 24. Общий вид блока индикатора кругового обзора ПО-03 (вид спереди):

1 — азимутальная шкала; 2 — экран электроннолучевой трубки; 3 — выключатель масштабных отметок; 4 — выключатель сигналов опознавания; 5 — выключатель отраженных сигналов наклонной шкалы; 6 — выключатель отраженных сигналов вертикального канала; 7 — выключатель освещения ниши; 8 — дверца ниши; 9 — переключатель масштаба дальности; 10 — ручка установки задержки дальности; 11 — ручка установки сектора; 12 — дверца контрольных гнезд.

Ручки ВЫБОР СЕКТОРА, УСТАНОВКА СЕВЕРА, СМЕЩЕНИЕ ЦЕНТРА ТОЧНО имеют фиксаторы для исключения случайных расстройек прибора при работе.

ГЛАВА II

ИНДИКАТОР ДАЛЬНОСТИ И АЗИМУТА ВО-01

1. ОБЩИЕ СВЕДЕНИЯ ОБ ИНДИКАТОРЕ

§ 16. Назначение

Индикатор дальности и азимута предназначен для работы в системе радиолокационной станции П-20. На его экране воспроизводится план расположения целей в произвольно выбранном, но фиксированном по дальности и по азимуту секторе действия радиолокатора (рис. 25).

Индикатор дальности и азимута служит для получения уточненных данных об азимуте и азимута для получения уточненных данных об азимуте и наклонной дальности цели.

Более точное считывание этих координат возможно благодаря более крупному масштабу развертки на экране трубки по сравнению с масштабами разверток других индикаторов.

На экране индикатора дальности и азимута рассматривается сектор в 60° по азимуту и 50 или 100 км по дальности.

§ 17. Технические данные

1. Индикация цели осуществляется яркостной отметкой сигнала на экране электроннолучевой трубки.

2. Развертка — горизонтальная (дальность) и вертикальная (азимут).

3. Режим работы блока — обзор в произвольно выбранном секторе, шириной 60° по азимуту.

4. Масштабы дальности — 50 и 100 км.

5. Задержка начала развертки может плавно изменяться от 10 до 350 км.

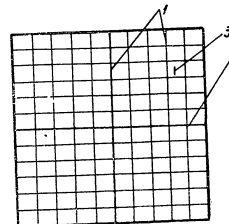


Рис. 25. Изображение на экране индикатора дальности и азимута (масштаб 100 км):

1 — масштабные отметки дальности; 2 — масштабные отметки азимута; 3 — отраженный сигнал.

6. Координаты цели определяются по положению отметки отраженного сигнала относительно сетки электрических масштабных отметок дальности и азимута.

7. Возможно одновременное или раздельное наблюдение на экране трубки отметок отраженных сигналов, поступающих с вертикального и наклонного каналов, а также сигналов, поступающих с выхода приемника опознавания.

§ 18. Составные части

Индикатор дальности и азимута оформлен в виде шкафа, в отсеки которого вставляются следующие блоки:

- блок индикатора дальности и азимута ВО-01;
- блок питания индикатора БП-01;
- телефонная панель ТП-02.

Общий вид шкафа индикатора дальности и азимута показан на рис. 26.

Описание блока питания БП-01 приведено в ч. III Технического описания.

2. ОПИСАНИЕ ИНДИКАТОРА

§ 19. Работа индикатора

Индикатор дальности и азимута является осциллографическим индикатором с горизонтальной и вертикальной развертками и яркостной отметкой сигнала. Основным его элементом является электроннолучевая трубка. Выбранный для наблюдения сектор обзора воспроизводится на экране этой трубки (рис. 25).

Горизонтальная развертка пропорциональна шкале дальности. Эта развертка начинается одновременно с поступлением в блок ВО-01 импульса запуска от манипулятора и поэтому положение каждой точки линии развертки на экране соответствует определенной дальности. Вертикальная развертка пропорциональна шкале азимута. Цепи этой развертки питаются напряжением системы синхронно-следящей передачи угла поворота антенны.

Напряжения развертки по дальности и по азимуту воздействуют на отклоняющую систему электроннолучевой трубки.

Напряжения отраженных сигналов, масштабных отметок дальности, азимута и сигналов опознавания воздействуют на управляющий электрод и катод электроннолучевой трубки точно так же, как и в индикаторе кругового обзора (гл. I, § 4).

Отраженные сигналы и сигналы опознавания создают на экране изображения в виде вертикальных черточек, масштабные отметки дальности — в виде ряда вертикальных линий, соответствующих фиксированным дальностям, масштабные отметки азимута — в виде ряда горизонтальных линий, соответствующих фиксированным углам поворота антенной системы.

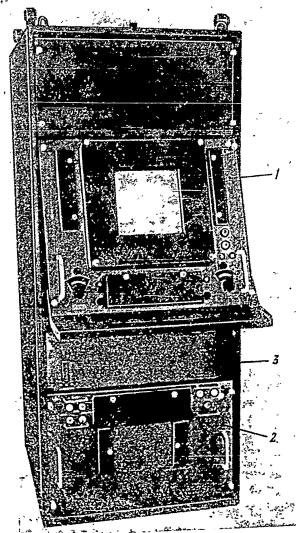


Рис. 26. Общий вид шкафа индикатора дальности и азимута ВО-01:
1 — блок ВО-01; 2 — блок БП-01; 3 — телефонная панель ТП-02.

§ 20. Упрощенная скелетная схема

В упрощенную скелетную схему индикатора дальности и азимута (рис. 27) входят:

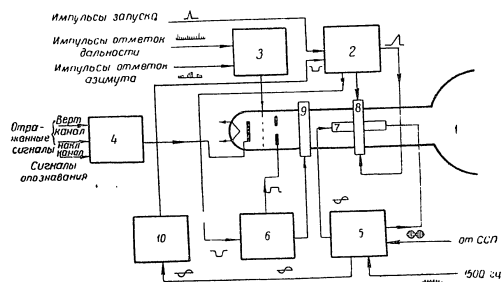


Рис. 27. Упрощенная скелетная схема индикатора дальности и азимута:
1 — электроннолучевая трубка; 2 — цепь развертки дальности; 3 — цепь смешивания и усиления масштабных отметок дальности и азимута; 4 — цепь усиления отраженных сигналов и сигналов опознавания; 5 — цепь развертки азимута; 6 — цепь управления рабочим режимом трубки; 7 — катушка горизонтального отклонения; 8 — катушка вертикального отклонения; 9 — фокусирующая катушка; 10 — цепь записи развертки по азимуту.

- электроннолучевая трубка 1;
- цепь развертки дальности 2;
- цепь смешивания и усиления масштабных отметок дальности и азимута 3;
- цепь усиления отраженных сигналов и сигналов опознавания 4;
- цепь развертки азимута 5;
- цепь управления рабочим режимом трубки 6;
- цепь записи развертки по азимуту 10.

В цепях развертки дальности 2 и азимута 5 вырабатывается горизонтальная развертка, перемещающаяся по экрану электроннолучевой трубки 1 снизу вверх, синхронно с вращением антенны.

На развертке засвечиваются масштабные отметки дальности и азимута, создавая на экране масштабную сетку.

Отраженные сигналы засвечивают вертикальные черточки на экране в местах, соответствующих их расположению в пространстве.

Рабочий режим трубки создается цепью питания 6.

В цепь развертки дальности входят отклоняющие катушки горизонтального отклонения луча 8, а в цепь развертки азимута — катушки вертикального отклонения луча 7.

Фокусирующая катушка 9 входит в цепь питания трубки.

§ 21. Полная скелетная схема

Полная скелетная схема индикатора дальности и азимута приведена на рис. 28.

Электроннолучевая трубка. В индикаторе дальности и азимута применяется электроннолучевая трубка типа 31ЛМ32. Управление лучом трубки такое же, как и в индикаторе кругового обзора (§ 6). Описание трубки и цепей ее питания приведено в конце книги в приложении.

Как и в индикаторе кругового обзора, пилообразный ток в отклоняющих катушках вырабатывается в цепи развертки дальности. Цепь развертки дальности состоит из схемы задержки 1, схемы запуска и расширения 2, схемы генератора пилообразного напряжения 3 и усилителя тока с обратной связью 4. Отклонение электронного луча от одного края экрана трубки к другому краю (развертка) происходит под действием магнитного поля отклоняющих катушек. В цепи развертки дальности вырабатывается периодический ток. В цепи развертки дальности вырабатывается периодический ток для питания этих катушек. В соответствии с изменением тока в отклоняющих катушках изменяется магнитное поле катушек, и в зависимости от этого электронный луч трубки периодически перемещается по экрану.

Для определения дальности цели необходимо, чтобы момент начала нарастания тока в отклоняющих катушках совпадал с моментом излучения импульса передающим устройством или был задержан относительно этого момента на строго определенное время. Для этого цепь развертки дальности запускается импульсом запуска, поступающим от манипулятора через блок ДА-01.

В цепи развертки дальности предусмотрена возможность работы на двух масштабных шкалах — 50 и 100 км.

Переключение шкал производится переключателем 724. Импульс запуска, в зависимости от положения переключателя 721 подается или на схему расширения через лампу запуска, или через ту же лампу запуска на схему задержки 1. Действующая амплитуда импульса запуска регулируется потенциометром 143 ОТ-СЕТКА ЗАПУСКА.

Схема задержки. В зависимости от выбранной масштабной шкалы на экране индикатора может рассматриваться участок дальности в 50 или 100 км. С помощью задержки начала развертки можно выводить на экран любой участок дальности в 50 или 100 км в пределах всей дальности действия станции.

Задержку начала развертки устанавливают потенциометром, ось которого имеет ручку УСТАНОВКА ДИСТАНЦИИ со шкалой. На шкале потенциометра 124 каждого из масштабов (50 или 100 км) имеется свой визир.

Для корректировки величины максимальной и минимальной задержки, кроме указанных потенциометров, имеются еще потенциометры 123 и 125 (минимум и максимум задержки), установленные на шасси прибора.

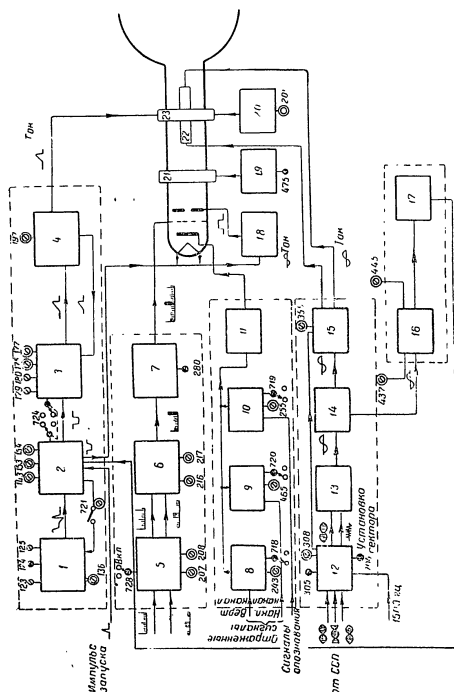


Рис. 28. Полная структурная схема индикатора дальности и азимута:
1 — схема задержки; 2 — схема запуска и расширения; 3 — схема генератора пилообразного напряжения; 4 — схема усилителя тока с обратной связью; 5 — выходные цепи смешивания и усиления масштабных отметок дальности и азимута; 6 — схема усилителя тока с обратной связью; 7 — схема усилителя тока с обратной связью; 8 — схема усилителя тока с обратной связью; 9 — схема усилителя тока с обратной связью; 10 — схема усилителя тока с обратной связью; 11 — выходные цепи смешивания и усиления масштабных отметок дальности и азимута; 12 — схема усилителя тока с обратной связью; 13 — схема усилителя тока с обратной связью; 14 — схема усилителя тока с обратной связью; 15 — схема усилителя тока с обратной связью; 16 — схема усилителя тока с обратной связью; 17 — схема усилителя тока с обратной связью; 18 — схема усилителя тока с обратной связью; 19 — схема усилителя тока с обратной связью; 20 — схема усилителя тока с обратной связью; 21 — схема усилителя тока с обратной связью.

При включении задержки импульс запуска поступает на основную лампу схемы задержки, вырабатывающую задержанные импульсы. Эти импульсы запускают ждущий блокинг-генератор, формирующий импульс запуска, задержанный на заданное время. Импульс блокинг-генератора поступает на схему расширения.

Режим работы лампы ждущего блокинг-генератора устанавливается потенциометром 136 ОТСЕЧКА ЗАПУСКА ЗАДЕРЖКИ.

Переключателем 721 можно выключить схему задержки, тогда импульс запуска будет подаваться через лампу запуска непосредственно на схему расширения и развертка дальности будет начинаться одновременно с приходом импульса запуска от манипулятора (без задержки).

Амплитуда импульса запуска регулируется потенциометром 143 ОТСЕЧКА ЗАПУСКА. Схема расширения служит для преобразования короткого запускающего импульса в П-образный импульс длительностью, соответствующей заданной масштабной дальности. Длительность импульса цепи расширения определяет длительность развертки дальности. Эта длительность устанавливается переключением сопротивления с помощью переключателя 724. На шкале 50 км длительность регулируется потенциометром 153, ось которого выведена под шлиц, а на шкале 100 км — потенциометром 154.

Расширенный П-образный импульс подается на генератор пилообразного напряжения цепи развертки дальности.

Генератор пилообразного напряжения развертки дальности вырабатывает напряжение пилообразной формы. Длительность нарастания пилообразного напряжения определяется длительностью отсечки импульса цепи расширения. Амплитуда пилообразного напряжения регулируется отдельно для каждой из масштабных шкал дальности потенциометрами 175, 177, оси которых выведены под шлиц. Потенциометрами 179 и 180, оси которых выведены на горизонтальную панель, корректируют развертку дальности, добиваясь линейности в начале развертки.

При переходе с одной масштабной шкалы на другую одновременно с переключением элементов схемы расширения переключаются и элементы схемы генератора пилообразного напряжения.

При этом различная скорость нарастания пилообразного напряжения соответствует разным шкалам дальности.

Усилитель тока с обратной связью. Напряжение с выхода генератора развертки дальности 3 подается на усилитель тока с обратной связью 4. Кроме того, на этот же усилитель подается пилообразное напряжение с выходных каскадов схемы. Под воздействием входного пилообразного напряжения выходными каскадами этой схемы вырабатывается линейный пилообразный ток, питающий катушки горизонтального отклонения луча. Амплитуда тока развертки регулируется потенциометром 197, ось которого выведена под шлиц.

Схема смешивания и усиления масштабных отметок дальности и азимута 5, 6 и 7 и схема усиления отраженных сигналов 8, 9, 10 и

11 совершенно одинаковы с одноименными цепями в индикаторе кругового обзора (§ 6).

Цепь развертки азимута. Отклонение электронного луча по вертикали в соответствии с вращением антенны происходит под действием магнитного поля катушек вертикального отклонения. В цепи развертки азимута вырабатывается ток, изменяющийся синхронно с вращением антенны. Этот ток создает магнитное поле отклоняющих катушек, смещающее развертку по вертикали.

В цепь развертки азимута входят: входная цепь развертки азимута 12, схема управляемого выпрямителя 13, катодный повторитель сгибающей 14 и выходной каскад цепи развертки азимута 15.

Входные цепи развертки азимута. Основным элементом входной цепи развертки азимута служит сельсин-трансформатор. По трехпроводной линии напряжение с роторной обмотки сельсин-датчика развертки с блока ХА-01 (см. Техническое описание, ч. III) передается на трехфазную обмотку статора принимающего сельсин-трансформатора, включенного на входе схемы развертки азимута. Амплитуда напряжения на роторной обмотке сельсин-трансформатора зависит от взаимного расположения роторов сельсин-датчика и сельсин-трансформатора. При вращении ротора сельсин-датчика эта амплитуда изменяется по синусоидальному закону. Поскольку ротор сельсин-датчика вращается с частотой вращения антенны, то и амплитуда напряжения на роторе сельсин-трансформатора будет изменяться с той же частотой. Начальное положение ротора сельсин-трансформатора относительно его статорных обмоток определяет момент нулевого значения амплитуды выходного напряжения.

Для выбора сектора ось ротора сельсин-трансформатора имеет ручку **УСТАНОВКА СЕКТОРА**. Частота питающего напряжения схемы развертки азимута 1500 гц. Амплитуда этого напряжения, а следовательно, и масштаб вертикальной развертки регулируются потенциометром 305. Величина постоянной составляющей напряжения (напряжение смещения) в схеме развертки азимута устанавливается ручкой потенциометра 308. Входные катодные повторители повторяют напряжение, снимаемое с ротора сельсин-трансформатора и вспомогательное напряжение частоты 1500 гц, поступающее с блока ЖА-50.

Схема управляемого выпрямителя (резольвера). Напряжение с выхода катодного повторителя подается на схему управляемого выпрямителя. Эта схема преобразует входное напряжение, снимаемое с ротора сельсин-трансформатора, так, что на выходе схемы действует синусоидальное напряжение, повторяющее сгибающую амплитуду входного напряжения. Выходное напряжение схемы управляемого выпрямителя после повторения катодным повторителем 14 одновременно подается на выходные каскады развертки азимута 15 и на схему преобразования синусоидального напряжения 16.

Выходной каскад цепи развертки азимута. Эта схема преобразует напряжение сгибающей амплитуды входного напряжения в ток, изменяющийся по тому же закону. Этим током питаются катушки

вертикального отклонения 22. Потенциометром 355 развертку можно передвигать в вертикальном направлении.

Для получения развертки азимута в индикаторе ВО-01 используется не все синусоидальное напряжение, поступающее с выхода управляемого выпрямителя, а только его наиболее прямолинейный участок в пределах $\pm 30^\circ$ от нулевого значения напряжения (рис. 32).

На время действия остальной части синусоидального напряжения цепь развертки запирается импульсами специальной схемы записывания.

Выбор приблизительно прямолинейного участка синусоидального напряжения определяет сектор обзора на экране индикатора. Выбирают этот сектор установкой ротора входного сельсин-трансформатора.

Схема записывания (бланкирования) развертки по азимуту. С помощью схемы бланкирования развертки по азимуту производится выключение (запирание) трубки на время нерабочей части развертки азимута. Как было сказано выше, на экране трубки рассматривается сектор в 60° , вне этого сектора развертки на экране трубки быть не должно. В схему записывания входят: цепь преобразования синусоидального напряжения 16 и генератор управляющих импульсов 17 (цепь формирования отрицательных прямоугольных импульсов). Цепь преобразования синусоидального напряжения преобразовывает выходное напряжение управляемого выпрямителя. На определенном уровне этого напряжения лампы отпираются и на выходе их образуются положительные прямоугольные импульсы. Уровни отпирания этих ламп сдвинуты и раздельно регулируются потенциометрами 437 и 445, оси которых выведены под шлицы. Первый импульс определяет начало рабочего сектора, а второй — конец его. Прямоугольные импульсы после дифференцирования поступают на лампы генератора управляющих импульсов (триггера), в которой вырабатываются отрицательные прямоугольные импульсы, поступающие на сетки лампы запуска схемы, запирая ее на время этого импульса. Таким образом, эта схема управляет схемой развертки дальности, запирая ее на время длительности отрицательного импульса вне рабочего 60-градусного сектора.

Цепь управления рабочим режимом трубки. В цепь управления рабочим режимом трубки входят: схема засвета 18 и схема управления фокусировкой 19.

Схема засвета во время прямого хода луча воздействует на ускоряющий электрод трубки так же, как и в индикаторе ПО-02 (§ 6), заставляя последнюю отпираться на время действия импульса схемы расширения. Под воздействием этого напряжения трубка будет отпираться по ускоряющему электроду на время длительности разверток дальности и азимута.

Схема управления фокусировкой выполнена так же, как и в индикаторе кругового обзора (§ 6).

Фокусировка электронного луча трубки регулируется потенциометром 475. Каскад горизонтального сдвига развертки 20 обеспечивает сдвиг начала горизонтальной развертки на левый край. Это позволяет растягивать масштаб развертки на весь экран трубки. Величина сдвига регулируется потенциометром 201, ось которого выведена под шлиц.

§ 22. Схема развертки дальности

Схема развертки дальности вырабатывает линейно-изменяющийся во времени ток, которым питаются отклоняющие катушки индикатора. Электромагнитное поле, создаваемое этим током, смещает электронный луч трубки в горизонтальном направлении (слева направо).

Начало нарастания тока развертки должно точно совпадать с началом прямого (зондирующего) сигнала передатчика или может быть задержано относительно него на определенное время.

Поэтому в каждый момент времени сила тока в отклоняющих катушках, а следовательно, и соответствующее ей положение следа электронного луча на экране трубки будет соответствовать фиксированной дальности.

В схему развертки дальности индикатора ВО-01 (рис. 29) входят те же элементы, что и в схему развертки дальности индикатора ПО-02, но в первую внесены следующие изменения:

1. Задержка начала развертки при работе на масштабных шкалах 50 и 100 км одинаковы.
2. В схеме расширения импульса изменены пределы его расширения. Для масштаба развертки 50 км длительность расширенного импульса соответственно равна 335 мксек, для масштаба развертки 100 км — 667 мксек.

Из схемы расширения исключены корректирующие джоды (таблица 7 в индикаторе кругового обзора), так как в этом индикаторе нет необходимости восстановления схемы расширения в минимальное время (время восстановления превышает длительность развертки не менее чем в 3 раза).

3. В схеме замещения изменены величины зарядных элементов конденсаторов $522, 523$ и сопротивлений $174, 175, 176$ и 177 в соответствии с требующимися масштабными шкалами. Выходным каскадом служат одна лампа 13 типа 6П3С, а не две в параллель, как в индикаторе кругового обзора.

Отклоняющимися катушками индикатора дальности и азимута служат катушки с замкнутым магнитопроводом, подробно описанные в приложении в конце книги.

На общем магнитопроводе располагаются две пары катушек: первая пара для развертки дальности и горизонтального сдвига развертки и вторая — для развертки азимута и вертикального сдвига.

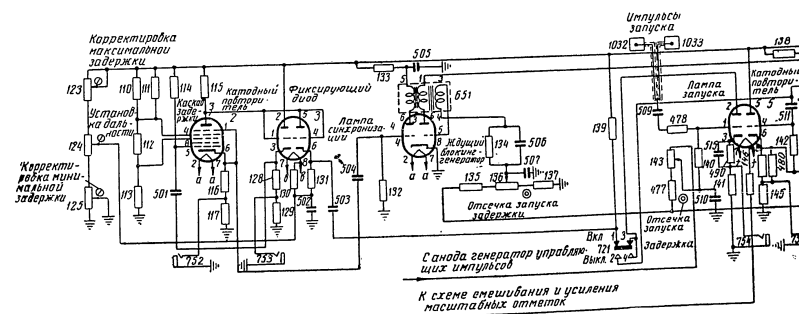


Рис. 29. Принципиальная схема развертки

СЕКРЕТНО

Вклейка № 3 к заказу № 87с

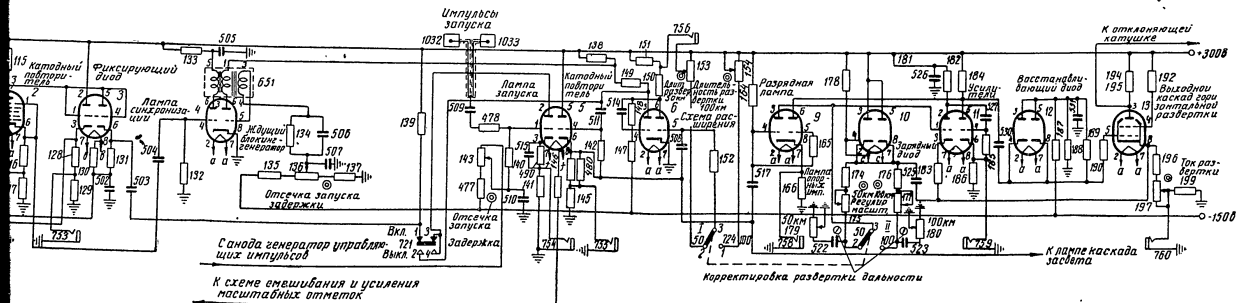


Рис. 29. Принципиальная схема развертки дальности ВО-01.

§ 23. Схема смешивания и усиления масштабных отметок дальности и азимута

Схема смешивания и усиления масштабных отметок дальности и азимута совершенно одинакова с одноименной схемой в индикаторе кругового обзора (§ 8).

§ 24. Схема усиления отраженных сигналов и сигналов опознавания

Схема усиления отраженных сигналов и сигналов опознавания так же, как и предыдущая, совершенно одинакова с одноименной схемой в индикаторе кругового обзора (§ 9).

§ 25. Схема развертки азимута

Развертка азимута (вертикальная развертка) в индикаторе дальности и азимута вырабатывается специальной схемой, приведенной на рис. 30.

В схему развертки азимута входят:

- входные цепи развертки азимута;
- управляемый выпрямитель (резольвер);
- схема усилителя постоянного тока (выходные каскады развертки азимута).

К входным цепям развертки азимута относятся приемный сельсин-трансформатор 704 типа СС-405 и лампа 27 типа 6Н8С (катодный повторитель).

Напряжение с роторных обмоток сельсин-датчика развертки в блоке ХА-01 подается на статорные обмотки приемного сельсин-трансформатора 704. Напряжение с сельсин-трансформатора подается на делитель. Снимаемое с делителя напряжение регулируется потенциометром 305.

Это напряжение подводится к сетке левой половины лампы 27 и с ее катода подается на схему управляемого выпрямителя. На сетку правой половины лампы 27 через конденсатор 573 подается вспомогательное синусоидальное напряжение частоты 1500 гц от блока ЖА-50. Это напряжение повторяется на катоде повторителя и через специальный трансформатор 654 также поступает на схему управляемого выпрямителя.

Уровень постоянного напряжения (смещение управляемого выпрямителя) регулируется потенциометром 308 в пределах $70 \div 240$ в.

Напряжение с движка потенциометра 308 подается на делитель, состоящий из сопротивлений 492 и 493 и служащий для развязки цепи смещения лампы управляемого выпрямителя от цепи, регулирующей вертикальный сдвиг развертки азимута (сопротивление 355). Сопротивлениями 492 и 493 это напряжение делится пополам так, что постоянное напряжение на сетке лампы 27 будет регулироваться в пределах $35 \div 120$ в. Конденсатор 571 шунтирует цепь делителя напряжения на частоте 1500 гц.

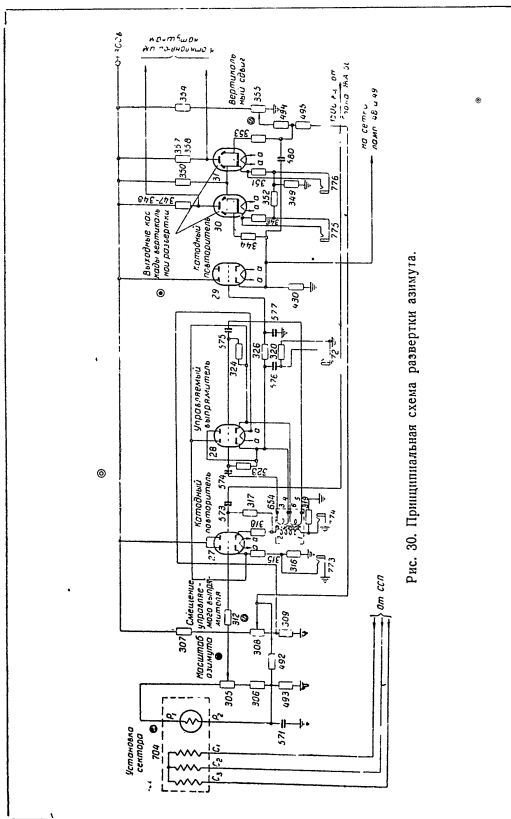


Рис. 30. Принципиальная схема развертки азимута.

Схема управляемого выпрямителя (резольвера) служит для выделения огибающей напряжения частоты 1500 гц, амплитуда которого изменяется по синусоидальному закону при вращении антенны. Это напряжение поступает в входных цепях схемы развертки азимута.

В схему управляемого выпрямителя входят лампы 28 и 29 типа 6H8C. Лампа 28 — выпрямитель, а лампа 29 — катодный повторитель. Напряжение с катода лампы 27 подается одновременно на анод левой половины лампы 28 и на катод ее правой половины. К сеткам лампы через трансформатор 654 подводится вспомогательное напряжение (1500 гц). В результате работы этой схемы подводимые напряжения преобразуются и на выходном конденсаторе 576 выделяется огибающая напряжения, поступающего с роторной обмотки сельсин-трансформатора 704.

Принцип действия схемы управляемого выпрямителя изложен в приложении в конце книги.

Постоянная времени сеточных цепей лампы 28 определяется емкостью конденсатора 574 (575) и величиной сопротивлений 323 (324). Обе половины лампы управляемого выпрямителя благодаря сеточным токам запираются почти на всю длительность периода колебаний частоты 1500 гц. Лишь в пределах угла $25-35^\circ$ обе половины лампы отпираются. Фильтр на выходе схемы (конденсатор 577, сопротивление 326) сглаживает пульсацию напряжения, снимаемого с конденсатора 576. Сопротивление 320 — контрольное и на работу схемы не влияет.

На подогреватель лампы подается положительный потенциал порядка 100 в с делителя, состоящего из сопротивлений 307, 308 и 309. Это необходимо для уменьшения разности потенциалов между катодом и подогревателем. Подогреватель этой лампы изолирован от корпуса и питается от отдельного источника напряжения накала. От этого же источника питается подогреватель лампы 29 катодного повторителя напряжения управляемого выпрямителя.

С фильтра напряжение поступает на катодный повторитель схемы (лампа 29) и, повторяясь на его катодной нагрузке, одновременно подается на сетки ламп 30 и 31 (6П3С) усилителя постоянного тока и на сетки ламп 48 и 49 схемы преобразования синусоидального напряжения.

Схема усилителя постоянного тока, собранного на лампах 30 и 31 типа 6П3С, преобразует напряжение огибающей входного напряжения в ток такой же формы. Этим током питаются обмотки отклоняющих катушек 22, магнитным полем которых смещается луч электроннолучевой трубки в вертикальном направлении.

Принцип работы такого усилителя постоянного тока изложен в приложении в конце книги.

Постоянный потенциал на сетках ламп 30 и 31 несколько выше потенциала корпуса. Этот потенциал регулируется изменением постоянного напряжения, подаваемого на вход левой половины лампы 27. Для того, чтобы с изменением этого потенциала пятно на

экране трубки не смешалось по вертикали, с потенциометра 308 положительное напряжение одновременно подается на лампы 30 и 31. На лампу 30 напряжение подается через делитель, состоящий из сопротивлений 492, 493, а на лампу 31 — через делитель, состоящий из сопротивлений 494 и 495. При изменении напряжения, снимаемого с потенциометра 308, одновременно изменяется и напряжение, поступающее на сетки ламп 30 и 31. Разность токов ламп 30 и 31 при этом почти не меняется.

Вертикальный сдвиг осуществляется изменением рабочей точки усилителя постоянного тока. Это достигается изменением напряжения на сетке лампы 31. Напряжение подается с потенциометра 355 через делитель, состоящий из сопротивлений 494 и 495.

Начальный уровень напряжения на сетках ламп 30 и 31 порядка +80 в. Напряжение на сетке лампы 31 может регулироваться потенциометром 355 в пределах от 0 до 200 в.

Конденсатор 580, связывающий сетки ламп 30 и 31, дополнительно уменьшает пульсацию колебаний частоты 1500 гц. Напряжение к экранирующим сеткам ламп 30 и 31 подводится через общее сопротивление 350 и равно 240 в.

Описание катушек отклоняющей системы приведено в приложении.

§ 26. Схема записи (бланкирования) развертки по азимуту

Схема записи развертки по азимуту (рис. 31) состоит:

— из двух одинаковых электронных реле уровня, образующих цепь преобразования синусоидального напряжения;

- дифференцирующей цепи;
- отсекающего диода;
- симметричного генератора управляющих импульсов.

Управляется схема записи синусоидальным напряжением, вырабатываемым схемой развертки азимута.

По эяграм, изображенным на рис. 32, видно, что электронное реле, собранное на лампе 48 (6Н7С), отпирается, когда синусоидальное напряжение на сетке левой половины лампы достигает определенного уровня. При этом на аноде правой половины лампы 48 образуется положительный прямоугольный импульс. Этот импульс дифференцируется; после дифференцирования отрицательный импульс отсекается левым диодом 50 (6Х6С), а положительный импульс поступает на сетку левой половины лампы генератора управляющих импульсов 51 (6Н7С), отпирая ее левую половину и запирая правую. Напряжение на аноде правой половины лампы 51 возрастает. Анод правой половины лампы 51 соединен с сеткой лампы запуска 5. При повышении напряжения на правом аноде лампы 51 лампа запуска отпирается. Таким образом, момент отпирающей лампы 48 определяет начало рабочего сектора. Электронное реле, собранное на лампе 49 (6Н7С), отпирается на более высоком уровне синусоидального напряжения, чем лампа 48, что обеспечивается подбором напряжения на сетке правой половины лампы 49.

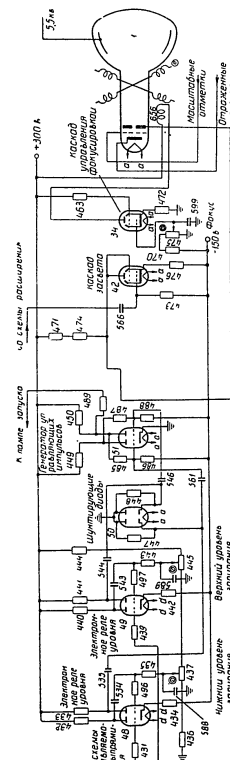


Рис. 31. Принципиальная схема записи развертки по азимуту и управления рабочей режимом трубки.

Получающийся на аноде правой половины лампы 49 импульс дифференцируется; отрицательный импульс отсекается, а положительный поступает на сетку правой половины лампы 51, отпирая ее и запуская лампу; запуска индикатора записывается. Таким образом, момент отпирающей лампы 49 определяет конец рабочего сектора.

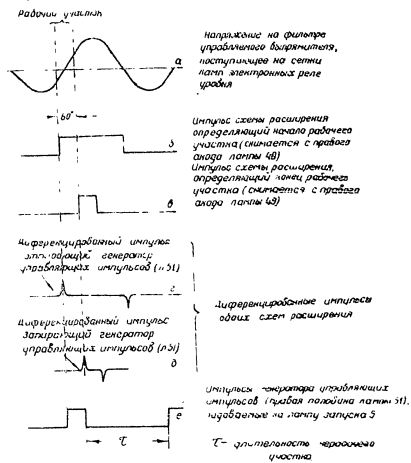


Рис. 32. Эпюры напряжений в схеме зажигания.

Развертка на экране индикатора имеется только в промежутке времени между отпиранием электронных реле 48 и 49, причем должна быть соблюдена правильная последовательность отпирающей лампы, то есть сначала должна отпираться лампа 48, а затем 49.

Схема подачи напряжений на сетки ламп 48 и 49 обеспечивает правильную последовательность их отпирающей.

Потенциометры 437 и 445 соединены последовательно. Поэтому даже при установке потенциометра 437 в крайнее правое, а потенциометра 445 в крайнее левое положение напряжение на сетке правой половины лампы 49 не может стать ниже, чем на сетке правой половины лампы 48, что обеспечивает необходимую последовательность отпирающей электронных реле.

Сопротивления 431 и 439 в сеточных цепях правых половин ламп 48 и 49 ограничивают возможные сеточные токи этих ламп.

Постоянные времени электронных реле, определяемые величинами сопротивлений 435, 443 и емкостями конденсаторов 534, 543, выбраны порядка 0,5 сек, что обеспечивает записывание правых половин электронных реле по сеточным цепям на необходимое время.

Постоянная времени дифференцирующей цепи [конденсатор 535 (544) и сопротивление 477 (448)] для положительных импульсов выбрана порядка 1,5 мсек.

Цепь накала ламп 48 и 49 объединена с цепью накала ламп 28 и 29.

Принцип работы электронного реле уровня, отсекающего диода и симметричного генератора управляющих импульсов изложен в приложении.

§ 27. Цепь управления рабочим режимом трубки

Схема цепи управления рабочим режимом трубки приведена на рис. 31. В нее, как было сказано выше, входят: схема засвета и схема управления фокусировкой. Эти схемы совершенно одинаковы с одинаковыми схемами индикатора кругового обзора (§ 11).

§ 28. Схема сдвига развертки дальности по горизонтали

Схема сдвига развертки дальности по горизонтали приведена на рис. 33. Схема собрана на лампе 14 типа 6П3С. В анодную цепь этой лампы включены обмотки горизонтального сдвига развертки дальности, расположенные на одном каркасе с отклоняющими катушками индикатора.

Обмотки, создающие магнитное поле сдвига, включены таким образом, что ток, проходящий через них, создает магнитное поле, направленное противоположно полю обмоток развертки дальности. Это позволяет сдвигать начало развертки дальности в левый край экрана трубки. Ток в катушках, и следовательно, величина сдвига, регулируется изменением постоянного положительного смещения на управляющей сетке лампы потенциометром 201.

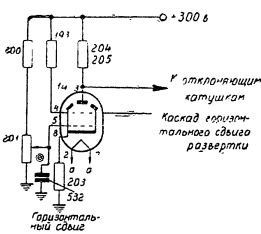


Рис. 33. Принципиальная схема сдвига развертки дальности по горизонтали.

§ 29. Система контроля цепей

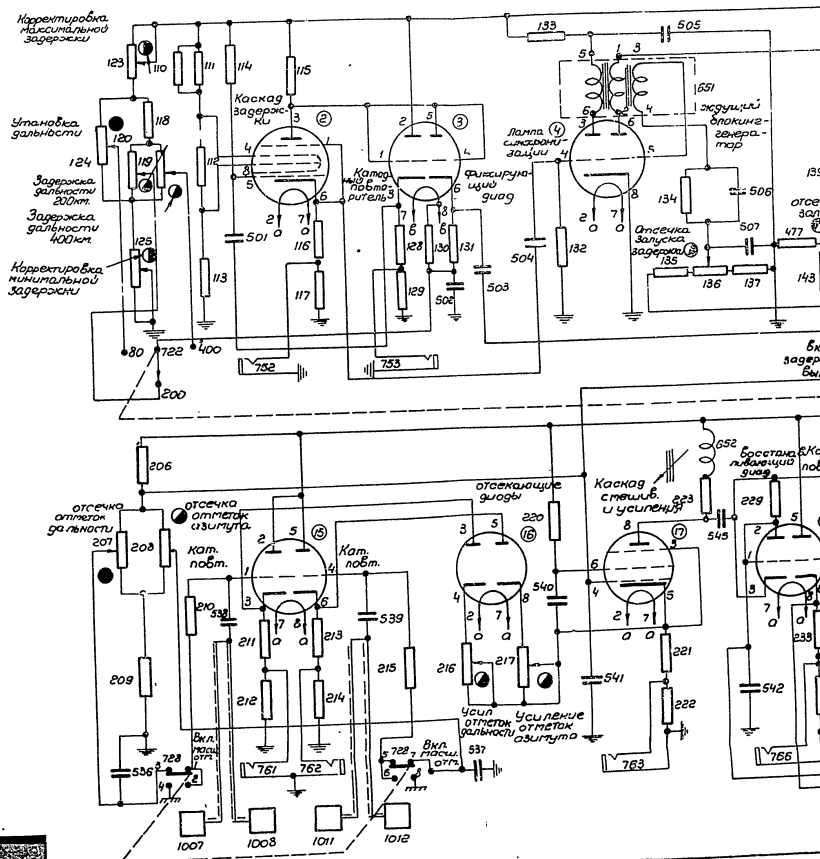
Система контроля цепей индикатора дальности и азимута аналогична системе контроля цепей индикатора кругового обзора (§ 13).

Полная принципиальная схема блока индикатора дальности и азимута ВО-01 приведена на рис. 34.

СПЕЦИФИКАЦИЯ
К ПОЛНОЙ ПРИНЦИПИАЛЬНОЙ СХЕМЕ БЛОКА ИНДИКАТОРА
АЗИМУТА И ДАЛЬНОСТИ ВО-01
(рис. 34)

Обозначение на принципиальной схеме	Наименование	Тип	Электрические данные
1	Электроннолучевая трубка	31LM32	—
2	Лампа	6A7	—
3	"	6H8C	—
4	"	6H7C	—
5	"	6H8C	—
6	"	6H7C	—
9	"	6H7C	—
10	"	6H8C	—
11	"	6H8C	—
12	"	6H8C	—
13	"	6H8C	—
14	"	6H8C	—
15	"	6H8C	—
16	"	6H8C	—
17	"	6H8C	—
18	"	6H8C	—
19	"	6H8C	—
20	"	6H8C	—
21	"	6H8C	—
25	"	6H8C	—
27	"	6H8C	—
28	"	6H8C	—
29	"	6H8C	—
30	"	6H8C	—
31	"	6H8C	—
34	"	6H8C	—
42	"	6H8C	—
48	"	6H8C	—
49	"	6H8C	—
50	"	6H8C	—
51	"	6H8C	—
81	Лампа миниатюрная	6,3 в; 0,28 а	—
82	"	6,3 в; 0,28 а	—
83	"	13,5 в; 0,18 а	—
84	"	13,5 в; 0,18 а	—
110	Сопротивление	BC-2,0	68 ком, 10%
111	"	BC-2,0	68 ком, 10%
112	"	BC-0,5	4,7 ком, 10%
113	"	BC-0,5	4,7 ком, 10%
114	"	BC-1,0	1 Мом, 10%
115	"	BC-1,0	1,2 Мом, 10%
116	"	BC-0,5	10 ком, 10%
117	"	BC-0,25	100 ом, 10%
123	"	Проволочное переменное, тип 1	10 ком, 4 вт
124	"	Проволочное переменное, тип 2	18 ком, 4 вт

68



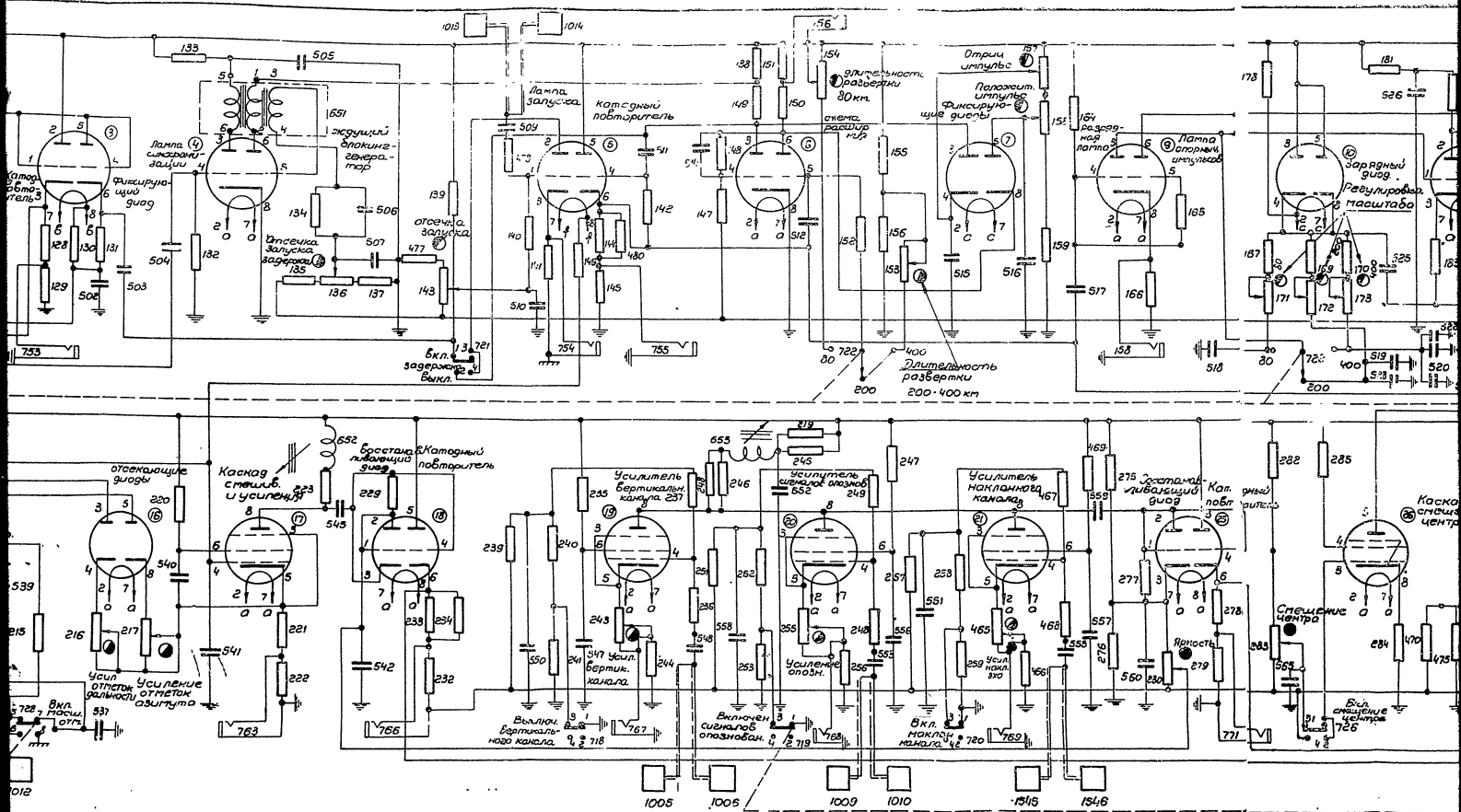
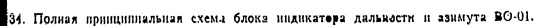
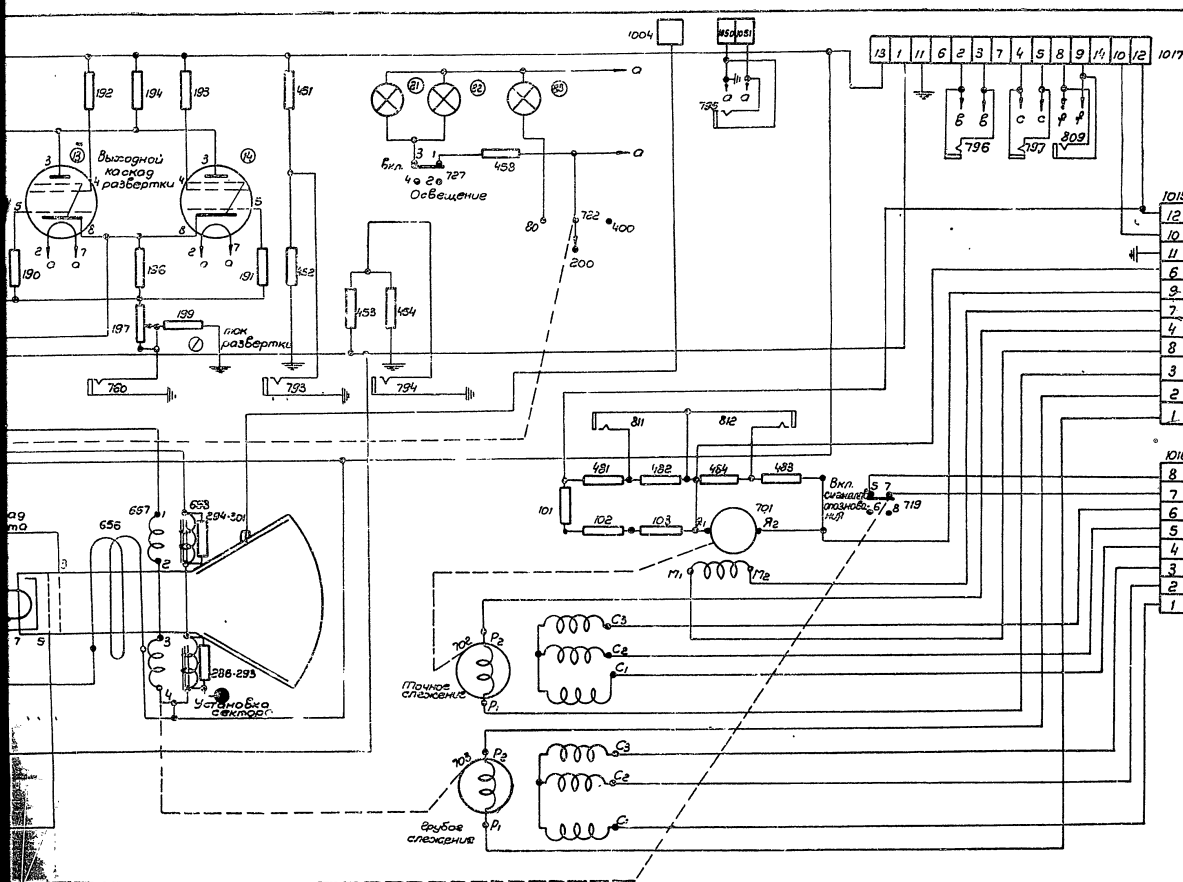


Рис. 34. Полная принципиальная схема блока индикатора дальности и азимута Б0-01.



СЕКРЕТНО
Вклейка № 4 к заказу №87с



Продолжение			
Обозначение на принципиальной схеме	Наименование	Т и п	Электрические данные
125	Сопrotивление	Проволочное перемное, тип I	10 ком, 4 вт
128	"	BC-2.0	47 ком, 10%
129	"	BC-0.25	100 ом, 10%
130	"	BC-0.25	1 Мом, 10%
131	"	BC-0.5	10 ком, 10%
132	"	BC-0.25	1 Мом, 10%
133	"	BC-2.0	47 ком, 10%
134	"	BC-0.5	27 ком, 10%
135	"	BC-0.5	0,22 Мом, 10%
137	"	СП-2-22-A	22 ком
138	"	BC-0.5	10 ком, 10%
139	"	BC-0.25	560 ом, 10%
140	"	BC-1.0	3.3 ком, 10%
141	"	BC-0.25	22 ком, 10%
142	"	BC-0.25	100 ом, 10%
143	"	BC-0.25	0,47 Мом, 10%
144	"	СП-2-220-A	220 ком
145	"	BC-2.0	47 ком, 10%
146	"	BC-0.25	100 ом, 10%
147	"	BC-0.25	1 Мом, 10%
148	"	BC-1.0	0,33 Мом, 5%
149	"	BC-1.0	0,47 Мом, 5%
150	"	BC-2.0	22 ком, 10%
151	"	BC-0.25	22 ком, 10%
152	"	BC-0.5	100 ом, 10%
153	"	СП-2-1000-A	0,47 Мом, 10%
154	"	СП-2-1000-A	1 Мом
164	"	BC-1.0	1 Мом, 10%
165	"	BC-0.25	0,1 Мом, 10%
166	"	BC-0.25	56 ом, 10%
174	"	BC-1.0	1,2 Мом, 10%
175	"	СП-2-470-A	470 ком
176	"	BC-1.0	1,2 Мом, 10%
177	"	СП-2-470-A	0,47 Мом
178	"	BC-0.25	1 Мом, 10%
179	"	СП-2-47-A	47 ком
180	"	СП-2-22-A	22 ком
181	"	BC-0.5	10 ком, 10%
182	"	BC-1.0	33 ком, 10%
183	"	BC-0.5	2,7 ком, 10%
184	"	BC-2.0	47 ком, 10%
185	"	BC-0.25	1 Мом, 10%
186	"	BC-0.25	100 ом, 10%
187	"	BC-0.25	0,1 Мом, 10%
188	"	BC-0.25	0,12 Мом, 10%
189	"	BC-0.25	1 Мом, 10%
192	"	BC-1.0	5,6 ком, 10%
193	"	BC-1.0	100 ом, 10%
194	"	BC-1.0	100 ом, 10%
195	"	BC-1.0	8,2 ком, 10%
	"	BC-1.0	8,2 ком, 10%

Продолжение

Обозначение на принципиальной схеме	Наименование	Т и п	Электрические данные
196	Сопротивление	ПЭ-1	100 ом
197		Проволочное перемное, тип 2	200 ом, 4 вт
199	"	СНП	5 ом, 10%
200	"	BC-0.5	0,1 Мом, 10%
201	"	СП-2-2-0-A	220 ком
203	"	ПЭ-11	2,5 ком
204	"	BC-1.0	8,2 ком, 10%
205	"	BC-1.0	8,2 ком, 10%
206	"	BC-1.0	56 ком, 10%
207	"	СП-2-22-A	22 ком
209	"	СП-2-22-A	22 ком
210	"	BC-0.5	15 ком, 10%
211	"	BC-0.25	1 Мом, 10%
212	"	BC-1.0	15 ком, 10%
213	"	BC-0.25	150 ом, 10%
214	"	BC-1.0	15 ком, 10%
215	"	BC-0.25	150 ом, 10%
216	"	BC-0.25	1 Мом, 10%
217	"	СП-2-10-A	10 ком
218	"	СП-2-4.7-A	4,7 ком
219	"	BC-2.0	3,2 ком, 10%
220	"	BC-2.0	10 ком, 10%
221	"	BC-0.5	33 ком, 10%
222	"	BC-2.0	10 ком, 10%
223	"	BC-0.25	56 ом, 10%
229	"	BC-2.0	4,7 ком, 10%
232	"	BC-0.25	1 Мом, 10%
233	"	BC-0.25	56 ом, 10%
234	"	BC-2.0	33 ком, 10%
235	"	BC-1.0	68 ком, 10%
236	"	BC-0.25	470 ом, 10%
237	"	BC-0.25	0,47 Мом, 10%
239	"	BC-1.0	0,1 Мом, 10%
240	"	BC-0.5	1 ком, 10%
241	"	BC-0.5	47 ком, 10%
243	"	СП-2-1-A	1 ком
244	"	BC-0.25	56 ом, 10%
245	"	BC-2.0	10 ком, 10%
246	"	BC-2.0	8,2 ком, 10%
247	"	BC-1.0	68 ком, 10%
248	"	BC-0.25	470 ом, 10%
249	"	BC-0.25	0,47 Мом, 10%
251	"	BC-1.0	100 ком, 10%
252	"	BC-0.5	ком, 10%
253	"	BC-0.5	47 ком, 10%
255	"	СП-2-1-A	1 ком
256	"	BC-0.25	56 ом, 10%
257	"	BC-1.0	100 ком, 10%
258	"	BC-0.5	1 ком, 10%
259	"	BC-0.5	47 ком, 10%
275	"	BC-1.0	0,15 Мом, 10%

Продолжение

Обозначение на принципиальной схеме	Наименование	Т и п	Электрические данные
276	Сопротивление	BC-1.0	39 ком, 10%
277		BC-0.25	0,22 Мом, 10%
278	"	BC-1.0	10 ком, 10%
279	"	BC-0.25	56 ом, 10%
280	"	СП-2-220-A	220 ком
305	"	BC-0.5	220 ком
306	"	BC-1.0	56 ом, 10%
307	"	СП-2-68-A	27 ком, 10%
308	"	BC-1.0	68 ком
309	"	BC-0.25	27 ком, 10%
312	"	BC-0.25	0,1 Мом, 10%
315	"	BC-1.0	15 ком, 10%
316	"	BC-0.25	100 ом, 10%
317	"	BC-0.25	1 Мом, 10%
318	"	BC-1.0	22 ком, 10%
319	"	BC-0.25	150 ом, 10%
320	"	BC-0.25	220 ом, 10%
323	"	BC-0.25	1 Мом, 10%
324	"	BC-0.25	1 Мом, 10%
325	"	BC-0.25	0,47 Мом, 10%
344	"	BC-0.25	1 ком, 10%
346	"	СНП	10 ом, 10%
347	"	BC-1.0	8,2 ком, 10%
348	"	BC-1.0	8,2 ком, 10%
349	"	ПЭ-11	700 ом
350	"	BC-2.0	560 ом, 10%
351	"	СНП	10 ом, 10%
352	"	ПЭ-11	500 ом
353	"	BC-0.25	1 ком, 10%
354	"	BC-1.0	33 ком, 10%
355	"	BC-2.0	68 ком
357	"	СП-2-68-A	8,2 ком, 10%
358	"	BC-1.0	8,2 ком, 10%
359	"	BC-0.25	68 ком, 10%
430	"	BC-2.0	0,1 Мом, 10%
431	"	BC-2.0	27 ком, 10%
432	"	BC-2.0	27 ком, 10%
433	"	BC-2.0	68 ком, 10%
434	"	BC-0.25	2,2 Мом, 10%
435	"	BC-0.5	0,1 Мом, 10%
436	"	BC-0.5	220 ком
437	"	СП-2-220-A	220 ком
439	"	BC-0.25	0,1 Мом, 10%
440	"	BC-2.0	27 ком, 10%
441	"	BC-2.0	27 ком, 10%
442	"	BC-2.0	82 ком, 10%
443	"	BC-0.25	2,2 Мом, 10%
444	"	BC-0.5	0,18 Мом, 10%
445	"	СП-2-220-A	220 ком
447	"	BC-0.25	2,2 Мом, 10%
448	"	BC-0.25	2,2 Мом, 10%
449	"	BC-2.0	27 ком, 5%
450	"	BC-2.0	27 ком, 5%
451	"	BC-2.0	0,1 Мом, 10%

Продолжение

Обозначение на принципиальной схеме	Наименование	Тип	Электрические данные
452	Сопротивление	BC-0,5	1 ком, 10%
453		BC-1,0	0,1 Мом, 10%
454		BC-0,5	1 ком, 10%
458		СНП	0,5 ом, 10%
463		BC-2,0	100 ком, 10%
465		СП-2-1-A	1 ком, 10%
465		BC-0,25	56 ом, 10%
467		BC-0,25	0,47 Мом, 10%
468		BC-0,25	470 ом, 10%
469		BC-1,0	68 ком, 10%
470		BC-0,5	100 ком, 10%
471		ПЭ-II	5 ком, 10%
472		BC-2,0	470 ом, 10%
473		BC-1,0	470 ком, 10%
474		ПЭ-II	5 ком, 10%
475		СП-2-47-A	47 ком
476		BC-0,5	150 ом, 10%
477		BC 0,5	120 ком, 10%
478		BC 0,25	4,7 ком, 10%
480		BC 2,0	47 ком, 10%
485		BC-0,5	330 ком, 5%
486		BC-0,5	240 ком, 5%
487		BC-0,5	330 ком, 5%
488		BC-0,5	240 ком, 5%
489		BC-0,5	560 ком, 10%
490		B - 0,5	18 ком, 10%
492		BC-0,5	0,22 Мом, 10%
493		B - 0,5	1 Мом, 10%
494		BC 0,5	1 Мом, 10%
495		BC-0,5	1 Мом, 10%
496		BC-0,25	470 ком, 10%
497		BC-0,25	470 ком, 10%
501	Конденсатор	КСО-5-500-Г-3900-II	3900 пф, 500 в
515		КСО-2-500-А-100-II	100 пф
502, 507		КБГ-МП-3В-400- $\frac{2 \times 0,1}{K}$ III	$3 \times 0,1$ мкф, 400 в
503		КТК-1-500-47-II	47 пф, 500 в
504		КСО-5-250-А-10000-II	10000 пф, 250 в
505		КСО-5-500-А-6800-II	6800 пф, 500 в
506		КСО-2/3/1-500-А-1000-II	1000 пф, 500 в
508		КСО-5-500-А-1800-II	1800 пф, 500 в
509		КСО-2-500-А-470-II	470 пф, 500 в
511		КБГ-М2-400-0,25-III	0,25 мкф, 400 в
514		КТК-1-500-10-1	10 пф, 500 в
517		КБГ-М2-400-0,25-III	0,25 мкф
522		КСО-7-1000-А-3300-II	3300 пф, 1000 в
523		КСО-8-500-А-6800-II	6800 пф, 500 в
525		КБГ-М2-400-0,25-III	0,25 мкф, 400 в
526		КБГ-МН-2В-400- $\frac{2}{K}$ III	2 мкф, 400 в
527		КСО-8-500-А-30000-II	30000 пф, 500 в
530		КСО-8-500-А-30000-II	30000 пф, 500 в

Продолжение

Обозначение на принципиальной схеме	Наименование	Тип	Электрические данные
531, 571	Конденсатор	КБГ-МП-2В-600- $\frac{2 \times 0,5}{K}$ III	$2 \times 0,5$ мкф, 400 в
532, 599		КБГ-МП-2В-600- $\frac{2 \times 0,5}{K}$ III	$2 \times 0,5$ мкф, 400 в
534		КБГ-МП-2В-600- $\frac{0,5}{K}$ III	0,5 мкф, 400 в
535		КСО-5-500-А-6800-II	6800 пф, 500 в
536, 537, 541		КБГ-МП-3В-400- $\frac{3 \times 0,1}{K}$ III	$3 \times 0,1$ мкф, 400 в
538		КСО-5-250-А-10000-II	10000 пф, 250 в
539		КСО-5-250-А-10000-II	10000 пф, 250 в
540		КСО-8-500-А-30000-II	30000 пф, 500 в
542, 550, 558		КБГ-МП-3В-400- $\frac{3 \times 0,1}{K}$ III	$3 \times 0,1$ мкф, 400 в
543		КБГ-МП-2В-600- $\frac{0,5}{K}$ III	0,5 мкф, 400 в
544		КСО-5-500-А-6800-II	6800 пф, 500 в
545		КБГ-М2-400-0,25-III	0,25 мкф, 400 в
546		КСО-5-500-А-1800-II	1800 пф, 500 в
547, 552		КБГ-МП-2В-400- $\frac{2 \times 0,5}{K}$ III	$2 \times 0,5$ мкф, 400 в
548		КБГ-М2-400-0,25-III	0,25 мкф, 400 в
551, 560		КБГ-МП-2В-600- $\frac{2 \times 0,1}{K}$ III	$2 \times 0,1$ мкф, 400 в
553		КБГ-М2-400-0,25-III	0,25 мкф, 400 в
555		КБГ-М2-400-0,25-III	0,25 мкф, 400 в
556, 557		КБГ-МП-2В-600- $\frac{2 \times 0,5}{K}$ III	$2 \times 0,5$ мкф, 400 в
559		КСО-5-500-А-4700-II	4700 пф, 500 в
561		КСО-5-500-А-1800-II	1800 пф, 500 в
566		КБГ-М2-400-0,25-III	0,25 мкф, 400 в
573		КБГ-МП-2В-600- $\frac{0,5}{K}$ III	0,5 мкф, 400 в
574		КБГ-М2-400-0,25-III	0,25 мкф, 400 в
575		КБГ-М2-400-0,25-III	0,25 мкф, 400 в
576		КСО-5-250-А-10000-II	10000 пф, 250 в
577		КСО-5-250-А-10000-II	10000 пф, 250 в
580		КСО-5-250-А-10000-II	10000 пф, 250 в
588, 589		КБГ-МН-2В-200- $\frac{2 \times 1,0}{K}$ III	$2 \times 1,0$ мкф, 400 в
651	Блокинг-трансформатор	—	—
652	Катушка индуктивности	—	320 мкг
653	То же	—	400 мкг
654	Трансформатор управляемого выпрямителя	—	—
656	Катушка фокусирующая	—	—

Продолжение

Обозначение на принципиальной схеме	Наименование	Тип	Электрические данные
659	Катушки отклоняющие (4 шт.)	—	—
704	Сельсин СС-405	—	—
718	Выключатель	—	—
719	Переключатель двухполюсный	—	—
720	Выключатель	—	—
721	Переключатель	—	—
724	Переключатель на 2 положения	—	—
727	Выключатель	—	—
728	Переключатель двухполюсный	—	—
752	Контрольное гнездо	—	—
753	•	—	—
754	•	—	—
755	•	—	—
756	•	—	—
758	•	—	—
759	•	—	—
760	•	—	—
761	•	—	—
762	•	—	—
763	•	—	—
766	•	—	—
767	•	—	—
768	•	—	—
769	•	—	—
771	•	—	—
772	•	—	—
773	•	—	—
774	•	—	—
775	•	—	—
776	•	—	—
778	•	—	—
794	•	—	—
795	•	—	—
796	•	—	—
797	•	—	—
798	•	—	—
809	•	—	—
1023	Разъем одноконтakтный	—	—
1024	•	—	—
1025	•	—	—
1026	•	—	—
1027	•	—	—
1028	•	—	—
1029	•	—	—
1030	•	—	—
1031	•	—	—
1032	•	—	—
1033	•	—	—

Продолжение

Обозначение на принципиальной схеме	Наименование	Тип	Электрические данные
1034	Разъем 8-контakтный	—	—
1035	Разъем 14-контakтный	—	—
1545	Разъем одноконтakтный	—	—
1546	•	—	—

4. КОНСТРУКЦИЯ БЛОКА ИНДИКАТОРА

Блок индикатора дальности и азимута смонтирован на угловом шасси аналогично блоку индикатора кругового обзора. На горизонтальной панели сверху установлена электроннолучевая трубка, эк-

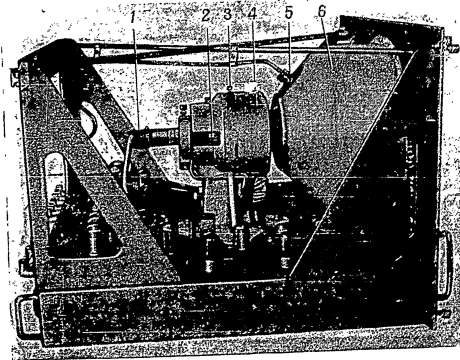


Рис. 35. Расположение трубки и отклоняющей системы на шасси блока:
1 — ламповая панель электроннолучевой трубки; 2 — фокусирующая катушка; 3 — винт для регулировки и закрепления отклоняющих катушек; 4 — отклоняющая система; 5 — колпачок высоковольтного анодного вывода электроннолучевой трубки; 6 — кожух электроннолучевой трубки.

ран которой находится на уровне передней панели. В центре горизонтальной панели закреплена отклоняющая система индикатора. По бокам шасси размещены лампы и трансформаторы.

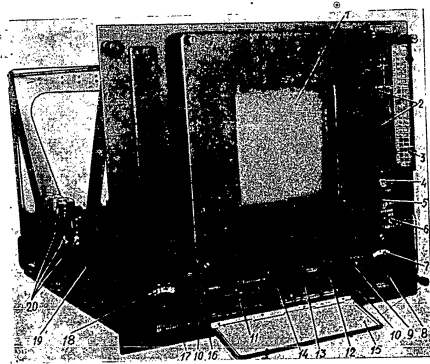


Рис. 36. Общий вид блока индикатора дальности и азимута (вид спереди):

1 — экран электроннолучевой трубки; 2 — контрольные гнезда; 3 — дверца контрольных гнезд; 4 — выключатель масштабных отметок; 5 — выключатель сигналов опознавания; 6 — выключатель отраженных сигналов нильского канала; 7 — шкала установочного сектора обзора; 8 — ручка установочного сектора обзора; 9 — выключатель освещения нити; 10 — патрон лампы освещения нити; 11 — нить; 12 — ручка регулировки масштаба азимута; 13 — ручка регулировки яркости; 14 — ручка регулировки фокуса; 15 — дверца нити; 16 — переключатель масштаба дальности; 17 — ручка установки дальности; 18 — шкала установочной дальности; 19 — шкала; 20 — лампа развертки дальности.

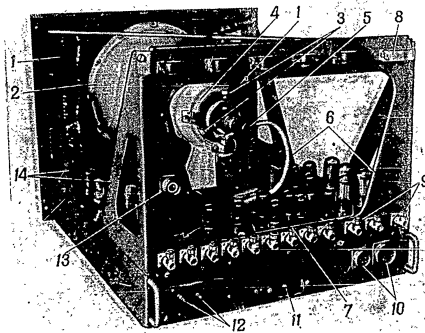


Рис. 37. Общий вид блока индикатора дальности и азимута (вид сзади):

1 — колодка с контрольными гнездами; 2 — резиновое кольцо для крепления электроннолучевой трубки; 3 — установочные винты; 4 — отклоняющая система; 5 — ламповая панель электроннолучевой трубки; 6 — лампа схемы развертки дальности; 7 — лампа схемы развертки азимута; 8 — скоба для закрепления кабелей; 9 — разъемы высокочастотных кабелей; 10 — разъем силовых кабелей; 11 — контакт блокировки; 12 — зажим цепи накала «а-с»; 13 — разъем высоковольтного кабеля; 14 — лампа схем смешивания и уклонения масштабных отметок и отраженных сигналов.

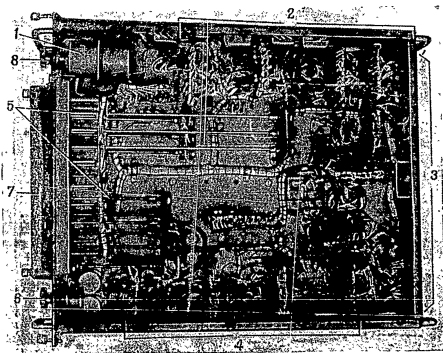


Рис. 38. Общий вид блока индикатора дальности и азимута (вид со стороны монтажа):

1 — селен-трансформатор; 2 — детали и лампы схем смещения и усиления магнитных отсчетов и отраженных сигналов; 3 — детали и лампы схемы развертки азимута; 4 — детали и лампы схемы развертки дальности; 5 — оси потенциометров, выведенные на переднюю панель; 6 — ручка установки дальности; 7 — рама; 8 — ручка установки сектора обзора.

Детали и монтаж прибора размещены под горизонтальной панелью и на боковых стенках шасси.

Все органы регулировок, подобно блоку индикатора кругового обзора, расположены в нише.

Потенциометры, оси которых выведены на переднюю панель, и электроннолучевая трубка закреплены так же, как в индикаторе кругового обзора. Расположение трубки и отклоняющей системы на шасси показано на рис. 35.

Назначение рамы с оранжевым плексигласом, расположенной перед экраном трубки, такое же, как и в индикаторе кругового обзора.

Блок ВО-01 соединяется с блоком БП-01, находящимся с ним в одном шкафу, с блоками ПО-02 и НО-02, а также с распределительным щитом через разъемы, расположенные на задней стенке шасси. Всего в индикаторе 12 высокочастотных разъемов, служащих для передачи импульсов запуска (разъемы 1032, 1033), отсчетов дальности (разъемы 1026 и 1027), отсчетов азимута (разъемы 1030 и 1031), отраженных сигналов вертикального канала (разъемы 1024 и 1025), отраженных сигналов наклонного канала (разъемы 1545 и 1546) и сигналов опознавания (разъемы 1028 и 1029).

Напряжения с блока питания подаются на индикатор через разъем 1035. Напряжение с блока ХА-01 подается через разъем 1034. Высокое напряжение на анод электроннолучевой трубки подается через высоковольтный разъем 1023. Напряжение накала, питающее большинство ламп блока, подается со специальных зажимов 1048 и 1049. В одном ряду с силовыми разъемами расположен контакт блокировки.

Общий вид блока индикатора дальности и азимута показан на рис. 36, 37 и 38.

ГЛАВА III

ИНДИКАТОР ВЫСОТЫ ИО-02

1. ОБЩИЕ СВЕДЕНИЯ ОБ ИНДИКАТОРЕ

§ 30. Назначение

Индикатор высоты предназначен для работы в системе радиолокационной станции И-70 совместно с индикаторами ИО-02 и ВО-01. Он предназначен для измерения высоты обнаруженных радиолокатором воздушных целей. На экране индикатора высоты засвечиваются точки, соответствующие высоте шкалы, помещенной перед экраном, можно определить высоту цели.

§ 31. Технические данные

1. Измерения цели осуществляется яркостной отметкой сигнала в виде электрической трубки.

2. Развертка горизонтальная (дальность) и вертикальная (высота цели).

3. Максимальная дальность 400 км.

4. Определенная высота методом вертикальной и наклонной антенн. Высота цели на экране трубки определяется визуально по появлению отметок отраженных сигналов смешанного вертикального и наклонного направлений относительно линий равных высот нанесенных на графическую шкалу, помещенную перед экраном индикатора электрической трубки.

5. В ИО-02 предусмотрено дополнительное засвечивание в нижней части экрана отраженных сигналов, поступающих по смешанному вертикальному и наклонному направлениям — отраженные сигналы, поступающие по смешанному наклонному направлению. Это дает возможность определить высоту цели на экране отраженные сигналы обоих каналов.

§ 32. Метод определения высоты

При определении высоты цели в ИО-02 используется графическая шкала наклонного луча. Обозначения на шкале следующие:

80

ИО-02 — индикатор высоты, предназначенный для работы в системе радиолокационной станции И-70.

Диаграммы направлены в вертикальной плоскости и выведены в вертикальной плоскости.

Плоскость излучения антенны вертикальной диаграммы линии горизонта антенны, а плоскость излучения антенны горизонтальной диаграммы — в горизонтальной плоскости.

Плоскость излучения антенны горизонтальной диаграммы так, что цель облучается в горизонтальной плоскости, а при дальнейшем вращении антенны — в вертикальной плоскости.

Такая система расположения антенн позволяет определять высоту цели через угол наклона антенны.

Связь между углом наклона антенны и высотой цели определяется формулой:

$$H = R \sin \alpha$$

где R — расстояние до цели, α — угол наклона антенны.

H — высота цели.

R — расстояние до цели, α — угол наклона антенны.

Связь между углом наклона антенны и высотой цели определяется формулой:

$$H = R \sin \alpha$$

где R — расстояние до цели, α — угол наклона антенны.

H — высота цели.

R — расстояние до цели, α — угол наклона антенны.

Связь между углом наклона антенны и высотой цели определяется формулой:

$$H = R \sin \alpha$$

где R — расстояние до цели, α — угол наклона антенны.

H — высота цели.

R — расстояние до цели, α — угол наклона антенны.

Связь между углом наклона антенны и высотой цели определяется формулой:

$$H = R \sin \alpha$$

где R — расстояние до цели, α — угол наклона антенны.

H — высота цели.

R — расстояние до цели, α — угол наклона антенны.

Связь между углом наклона антенны и высотой цели определяется формулой:

$$H = R \sin \alpha$$

где R — расстояние до цели, α — угол наклона антенны.

H — высота цели.

R — расстояние до цели, α — угол наклона антенны.

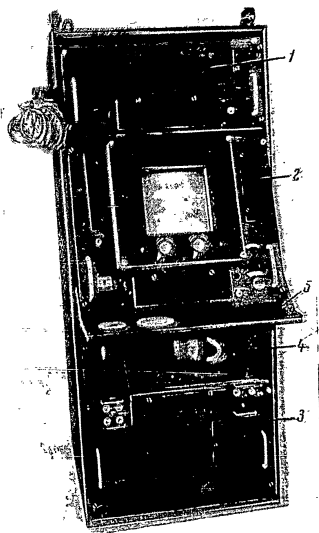


Рис. 39. Общий вид шкафа индикатора высоты.
1 блок ЗАЧ; 2 блок ПЧ; 3 блок ВЧ; 4 шкафовый
панель ТП-03; 5 блок управления высотой индикатора

Развертка по горизонтальной оси (рис. 38) осуществляется по вертикали экспоненциально и пропорционально углу разворота антенной системы относительно плоскости, перпендикулярной углу заданного направления.

Схема развертки даны на рис. 39. При этом в момент времени ток, которым питаются антенны, протекает по горизонтальному направлению в результате чего антенны направлены по горизонтальной оси трубы.

Схема вертикальной развертки (рис. 40) осуществляется путем создания тока, который протекает по вертикальной оси трубы. Характер развертки экспоненциальный, а не пропорциональный. Амплитуда напряжения, действующая на антенны, пропорциональна времени, прошедшему с момента начала развертки. При этом напряжение, действующее на антенны, пропорционально времени, прошедшему с момента начала развертки. Таким образом, амплитуда напряжения, действующая на антенны, пропорциональна времени, прошедшему с момента начала развертки.

Изображение, создаваемое антенной, имеет вид, показанный на рис. 41. В центре изображения находится точка, соответствующая началу развертки. По мере развертки изображение расширяется, образуя конус. Взаимно перпендикулярные линии, проходящие через центр изображения, определяют направление развертки. Последовательным перемещением антенны можно получить изображение, показанное на рис. 42.

Для считывания угла поворота антенны, соответствующего началу развертки, используется блок ЗАЧ (рис. 43). Блок ЗАЧ имеет два выхода: один выход соединен с антенной, другой выход соединен с блоком ПЧ. Блок ЗАЧ имеет также два входа: один вход соединен с блоком ВЧ, другой вход соединен с блоком ТП-03. Блок ЗАЧ имеет также два выхода: один выход соединен с блоком ПЧ, другой выход соединен с блоком ТП-03.

При изменении угла поворота антенны, соответствующего началу развертки, блок ЗАЧ выдает сигнал, который поступает на блок ПЧ. Блок ПЧ имеет два выхода: один выход соединен с блоком ВЧ, другой выход соединен с блоком ТП-03. Блок ПЧ имеет также два входа: один вход соединен с блоком ЗАЧ, другой вход соединен с блоком ВЧ. Блок ПЧ имеет также два выхода: один выход соединен с блоком ТП-03, другой выход соединен с блоком ВЧ.

§ 35. Упрощенная схематическая схема

Упрощенная схематическая схема индикатора высоты (рис. 41)

1 — электроннолучевая трубка;
2 — развертка дальности;
3 — деление масштабных отметок дальности и угла поворота антенны и азимута;
4 — цепь питания развертки угла поворота антенны;
5 — цепь развертки угла поворота антенны;
6 — цепь усиления отраженных сигналов;
7 — цепь управления рабочим режимом трубки;
8 — цепь записи развертки по углу поворота антенны.

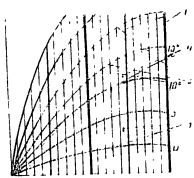


Рис. 41. Упрощенная схематическая схема индикатора высоты

В цепях развертки дальности 2 и угла поворота антенной системы 3 выработывается горизонтальная развертка, перемещающаяся по экрану электронолучевой трубки 1 снизу вверх по эквипотенциалу с вращением антенной системы. В цепь развертки дальности входит отклоняющая катушка 10, а в цепь развертки угла поворота антенны — катушки 7. На развертке записываются масштабные отметки дальности и угла поворота антенны, создавая на экране масштабную сетку. Отраженные сигналы записываются вертикальные черточки на развертке, причем отраженные сигналы вертикального канала попадают в нижнюю часть экрана, а горизонтального канала — в верхнюю часть экрана. Рабочий режим трубки создается цепью питания. Фокусирующая катушка 8 входит в цепь питания трубки.

§ 36. Полная схематическая схема

Полная схематическая схема индикатора высоты приведена на рис. 42.

В индикаторе системы работает электронолучевая трубка типа 31ЛМ32. Управление таким же, как и в индикаторах ПО-02 и ВО-01.

Описание трубки и ее питания приведено в приложениях в конце книги.

Как и в предыдущих индикаторах, пилотобразный ток в отклоняющих катушках вырабатывается в цепи развертки дальности.

Цепь развертки дальности состоит из схемы запуска и расширения 1, схемы генератора пилотобразного напряжения 2 и усилителя тока с обратной связью 3. Отклонение электронного луча от одного

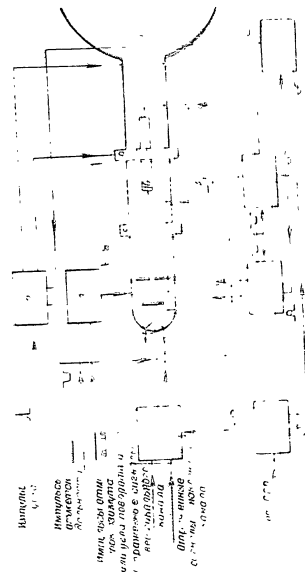


Рис. 42. Полная схематическая схема индикатора высоты

В соответствии с требованиями, предъявляемыми к документам, подлежащим хранению в архивах, документы, подлежащие хранению в архивах, должны быть оформлены в соответствии с требованиями, предъявляемыми к документам, подлежащим хранению в архивах.

11 представляется повторный импульс, который после усиления подается на выходной выход этой схемы. Напряжением выходного сигнала электромагнитная трубка запирается по ускоряющему электроду.

4. ОПИСАНИЕ ПРИНЦИПИАЛЬНОЙ СХЕМЫ ИНДИКАТОРА

§ 31. Схема развертки дальности

В схеме развертки дальности индикатора высоты, так же, как и в описанной схеме индикаторов НО-02 и ВО-01, вырабатывается пилообразный по времени ток, которым питаются отклоняющие катушки индикатора.

Электромагнитное поле, создаваемое этим током, сдвигает электронный луч трубки вдоль экрана.

В схему развертки дальности индикатора высоты (рис. 43) входят те же элементы, что и в такие же схемы блоков индикаторов НО-02 и ВО-01. Отличия этой схемы в индикаторе НО-02 сводятся к следующему:

1. Так как в индикаторе имеется только одна шкала, то исключена схема задержки и все элементы регулировки, связанные с перемещением шкалы.

2. При наличии расширения импульсы в схеме расширения выбраны в соответствии со шкалой. Длительность П-образных импульсов определяется емкостью конденсатора 152 и величинами постоянного сопротивления 153 и переменного сопротивления 153. Длительность импульсов регулируется от 0,4 мсек (60 км) до 2 мсек (300 км). Таким образом, рабочий диапазон перекрывается полностью.

Амплитуда выходных импульсов порядка 120 в. Сопротивления 154 и 151 контрacting и на работу схемы не влияют.

3. В схеме генератора пилообразного напряжения исключены лишние конденсаторы и сопротивления, связанные с переключением шкалы.

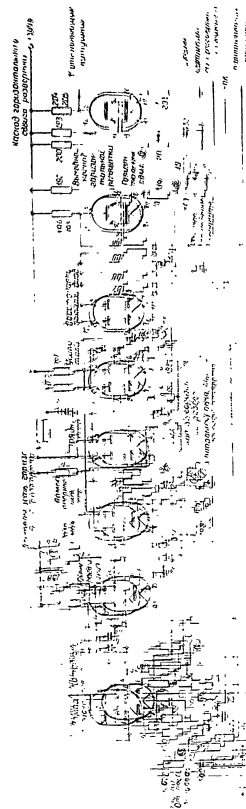
Схема схемы развертки дальности совершенно аналогична описанной схеме в блоке индикатора ВО-01 (§ 22).

Отклоняющие катушки горизонтального отклонения и сдвига так же, как и отклоняющие катушки блока ВО-01, описаны в приложении.

§ 32. Схема смешивания и усиления масштабных отметок дальности и угла поворота антенны или азимута

Принципиальная схема цепи смешивания и усиления масштабных отметок дальности и угла поворота антенны или азимута приведена на рис. 44. Она совершенно одинакова с описанной схемой в блоке индикатора НО-02, приведенной в § 8. Отличие состоит только в том, что в индикаторе НО-02 имеется переключатель 226, который дает возможность подавать на сетку правой половины экрана 15 или отметки азимута, отличающиеся с разбега 1078

39



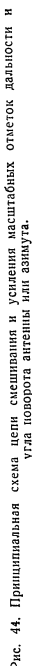


Рис. 44. Принципиальная схема цепи смешивания и усиления масштабных отсчетов дальности и угла поворота антенны или азимута.

§ 39. Цепь развертки угла поворота антенны

- схема питания развертки угла поворота антенны;
- схема развертки угла поворота антенны.

В результате работы этой схемы на катодном сопротивлении выходной лампы повторяется огибающая амплитуды входного напряжения. Это напряжение одновременно подается на входные цепи схемы развертки угла поворота антенны, схемы переключения каналов (правая половина лампы 33) и схемы записания развертки по азимуту (левые половины ламп 48 и 49).

Эти два элемента образуют блок БСТ, описание и назначение которого приведены в описании синхронно-следящей системы (Техническое описание, часть III). Максимальная величина амплитуды выходного напряжения (масштаб вертикальной развертки) регулируется сопротивлением 305 в пределах от 5 до 40 в. Постоянное напряжение смещения регулируется потенциометром 311 в пределах от 0 — 65 в. Нормально схема работает при напряжении смещения на выходе (катод лампы 40) порядка + 3 в. Конденсатор 571 определяет шаг по напряжению частоты 1500 ц/с.

Лампа 41 генератора пилообразного напряжения является разрядной лампой. До прихода отрицательного П-образного импульса со схемы расширения развертки дальности лампа отперта и ионит конденсатор 590 генератора развертки угла поворота антенны. С приходом отрицательного импульса со схемы расширения на

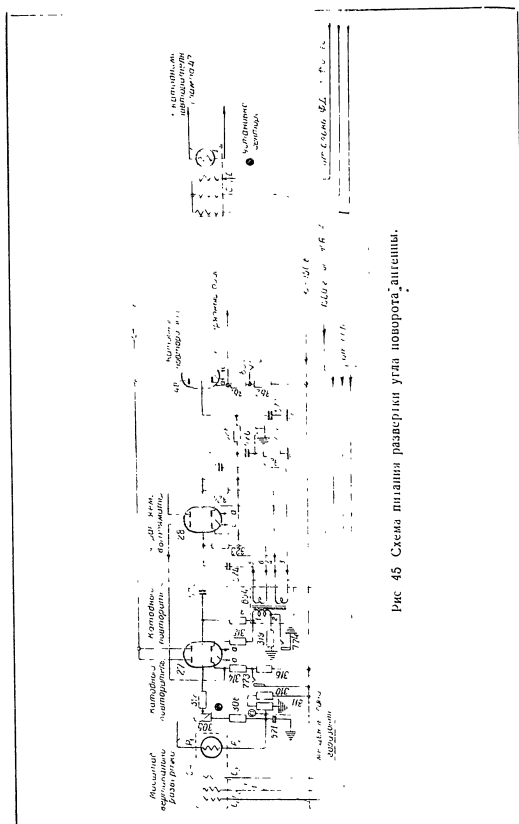


Рис. 45 Схема питания развертки угла поворота антенны.

управляющую сетку разрядной лампы она зашарается и конденсатор генератора развертки начинает заряжаться.

Амплитуда, до которой заряжается конденсатор генератора развертки, зависит от действующего значения напряжения на аноде правой половины лампы 40 (при данной установке ручки потенциометра 417, т. е. от угла поворота антенны относительно некоторого фиксированного его значения), так как на правый диод подается напряжение со схемы питания развертки. Закон изменения напряжения, соответствующего углу поворота антенны во времени, определяется величиной сопротивления потенциометра 417, при котором изображение, получающееся на экране, совпадает с графической шкалой. В индикаторе высоты схема развертки угла поворота антенны построена из соображений возможности раздельной регулировки начального наклона экспоненциальной развертки (соответствует рис. 401. Величина этого сопротивления (или данным углом и сопротивлением потенциометра 417) выбрана такой, что регулировка формы напряжений дает возможность совмещать линии углов поворота антенны, получаемые на экране трубки, с соответствующими линиями графической шкалы. В схеме генератора развертки угол поворота антенны для регулирования максимальных значений амплитуд напряжений применен компенсационный метод, основанный на основе построения схемы генератора развертки дальности (см. приложение). В зависимости от изменения отношения компенсирующего напряжения на катоду лампы 40 к напряжению зарядного конденсатора изменяется и максимальное значение амплитуды на зарядном конденсаторе (при данном угле поворота антенны). По сравнению со схемой развертки дальности в схеме развертки угла поворота антенны величина компенсирующего напряжения взята заведомо меньше, так как полная компенсация нелинейности напряжения на конденсаторе здесь не нужна. Величина компенсирующего напряжения в этой схеме регулируется потенциометром 417. Этим изменяется максимальная величина напряжения. Начальный наклон экспоненты регулируется изменением величины переменного сопротивления 401 в цепи заряда.

Схема усилителя с обратной связью аналогична схеме развертки дальности в индикаторе ПО-02 (87). В эту схему усилителя с обратной связью входят лампы 43 типа 6П18С, 44 типа 6Х6С и 45 типа 6П3С (рис. 46).

В анодную цепь левой половины лампы 43 включена развязывающая цепь из сопротивления 405 и конденсатора 593. Развязывающая цепь уменьшает воздействие импульсов, которые могут попасть через анодную шину на сетку правой половины лампы 43. Этим достигается устойчивость режима схемы с обратной связью.

Постоянная времени сеточной цепи правой половины лампы 43, определяемая величиной сопротивления 410 и емкостью конденсатора 594 и равная 30 мксек, обеспечивает неискаженную передачу на сетку лампы пилообразного экспоненциального напряжения предельно большой длительности.

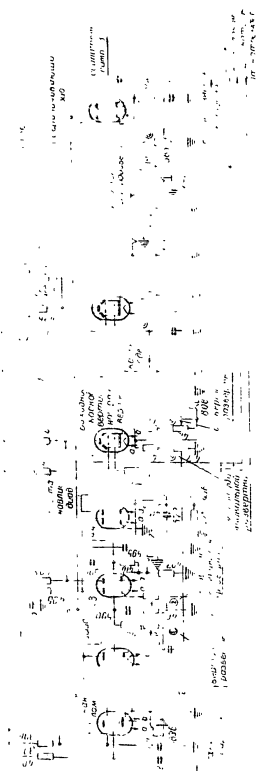


Рис. 1. Принципиальная схема приемника с обратной связью и искричного свистка.

При включении устройства в сеть 220 В лампа 6X4 начинает работать в режиме непереноса, разогрев катодов. При этом напряжение на управляющей сетке лампы 6X4 составляет 100 В.

Для неискаженной передачи низкочастотных сигналов в режиме сеточной цепи выходной лампы 6X6 сопротивление 411 и емкостная составляющая цепи 30 мкс. Постоянный уровень напряжения на выходе лампы 6X6 составляет 100 В.

Важно отметить, что в режиме непереноса лампы 6X4 коэффициент усиления составляет 100. При этом лампы 6X5 и 6X6 работают в режиме непереноса, что обеспечивает высокую чувствительность и надежность работы.

Для того чтобы иметь возможность регулировки громкости, в схеме предусмотрено наличие потенциометра. При этом лампы 6X5 и 6X6 работают в режиме непереноса, что обеспечивает высокую чувствительность и надежность работы.

Важно отметить, что в режиме непереноса лампы 6X4 коэффициент усиления составляет 100. При этом лампы 6X5 и 6X6 работают в режиме непереноса, что обеспечивает высокую чувствительность и надежность работы.

При включении устройства в сеть 220 В лампа 6X4 начинает работать в режиме непереноса, разогрев катодов. При этом напряжение на управляющей сетке лампы 6X4 составляет 100 В.

Для неискаженной передачи низкочастотных сигналов в режиме сеточной цепи выходной лампы 6X6 сопротивление 411 и емкостная составляющая цепи 30 мкс. Постоянный уровень напряжения на выходе лампы 6X6 составляет 100 В.

Важно отметить, что в режиме непереноса лампы 6X4 коэффициент усиления составляет 100. При этом лампы 6X5 и 6X6 работают в режиме непереноса, что обеспечивает высокую чувствительность и надежность работы.

59 III. Схема усиления отраженных сигналов вертикального и наклонного каналов

Схема усиления отраженных сигналов дает возможность устанавливать амплитуду отраженных сигналов, при которой на экране трубки получаются достаточно яркие отметки от них. Отраженные сигналы вертикального и наклонного каналов поступают на управляющий электрод трубки не одновременно. Периодичность их подачи автоматически регулируется каскадами переключения вертикального и наклонного каналов таким образом, что на управляющий электрод трубки сначала поступают сигналы с вертикального канала, а затем с наклонного.

Схема усиления отраженных сигналов (рис. 47) состоит из двух одинаковых широкополосных усилителей (лампы 20 и 21 типа 6Ж4) с выходным каскадом на лампе 25 типа 6Н7С и схемы управления переключением каналов, в которую входит генератор управляющих импульсов (лампа 33 типа 6Н8С), катодные повторители (лампы 22 и 23 типа 6Н8С) и восстанавливающие диоды (лампа 24 типа 6Н8С).

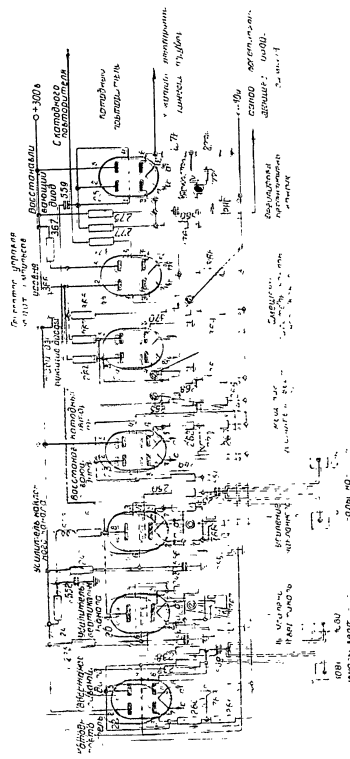
На сетки лампы усилителей отдельно поступают импульсы отраженных сигналов с антенны вертикального луча (лампа 20) и антенны наклонного луча (лампа 21). Обе лампы усилителей имеют общую анодную нагрузку, с которой напряжение через разделительный конденсатор подается на сетку катодного повторителя (правая половина лампы 25). Левая половина лампы 25 служит для восстановления и постоянной составляющей напряжения на переходном конденсаторе, включенном между анодом усилительных ламп и выходным катодным повторителем. Выход схемы связан с катодом делителя лучевой трубки.

За исключением сеточных цепей схемы усилителей отраженных сигналов аналогична описанной в § 9.

Постоянная часть сеточной цепи усилительной лампы 20 (21) определяется емкостью конденсатора 549 (554) и величиной сопротивления 247 (219) и равна примерно 500 мксек (выбрана из условий отсечки лампы при переключении каналов). Сопротивление 238 (250) ограничивает сеточные токи лампы 20 (21), которые могут возникнуть, если на ее сетку придут импульсы с большой амплитудой. Сопротивление 243 (256) предназначено для регулировки коэффициента усиления лампы в пределах от 3 до 10. Сопротивление 244 (256) — контрольное.

Управление релейным каскадом усиления осуществляется изменением смещения на управляющих сетках усилительных ламп 20 и 21. Смещение на сетках этих ламп определяется величиной анодного напряжения левой и правой половины лампы 33. Лампа 33 работает по схеме генератора управляющих импульсов упрямки, принцип работы которой описан в приложении (в конце книги).

Величина напряжения на анодах ламп генератора управляющих импульсов определяется величиной напряжения на сетке правой по-



ловина лампы 33, на которую поступает напряжение с выхода управляемого выпрямителя. Это напряжение определяется углом поворота антенны относительно установленного на индикаторе азимута, совпадающего с направлением излучения антенны вертикального луча в момент пересечения цели лучом. Следовательно, для того, чтобы зафиксировать на экране индикатора отраженный сигнал, поступающий с антенны вертикального луча в момент пересечения цели лучом, надо задать рабочее смещение на управляющую сетку лампы 20 усилителя вертикального канала. При этом смещение на управляющей сетке лампы 21 усилителя отраженных сигналов наклонного канала должно обеспечивать полное ее запаривание. Это условие и определяет величину напряжения на анодах ламп генератора управляющих импульсов уровня в момент пересечения цели вертикальным лучом.

Как видно из рис. 17, величина смещения на лампах 20 и 21 определяется напряжением на левом и правом анодах лампы 33. Делители напряжения, связывающие аноды лампы 33 с минусовой шиной питания, позволяющие задать рабочий режим по управляющей сетке той усилительной лампы, которая связана с запертой лампой генератора управляющих импульсов уровня. Усилительная лампа, связанная через эту цепь с открытой лампой генератора управляющих импульсов, будет заперта отрицательным смещением на ее управляющей сетке. Следовательно, в момент пересечения цели вертикальным лучом правая половина лампы 33 должна быть заперта, а левая открыта. Для того, чтобы обеспечить возможность обзора некоторого пространства по вертикальному каналу, переключение генератора управляющих импульсов уровня происходит не сразу после совпадения выбранного на индикаторе азимута с направлением вертикальной антенны, а с некоторым запаздыванием. Запаздывание следует устанавливать примерно равным 6-7°. Величина угла, при котором выключается вертикальный канал и включается наклонный канал, регулируется потенциометром 370. Пределы регулирования от 0 до 56° обеспечивают необходимый рабочий диапазон обзора по обоим каналам.

После переключения генератора управляющих импульсов уровня правая половина лампы 33 отпирается и смещение на управляющей сетке лампы 20 падает до величины, соответствующей полному ее запариванию. В это же время напряжение на аноде левой половины лампы 33 возрастает и смещение на управляющей сетке лампы 21 становится таким, при котором лампа отпирается.

Для того, чтобы величина сопротивлений делителя в цепи передачи напряжения с анодов лампы 33 на сетку ламп 20 и 21 не влияла на форму импульсов, они шунтированы диодами (лампа 24).

Диоды фиксируют нулевой потенциал при отпирающей лампе. При нулевом потенциале на аноде одного из диодов лампы 24 напряжение на сопротивлении 266 (269), задающем смещение на лампу 20 (21) через катодный повторитель (левая половина лампы 22, правая половина лампы 23), регулируется переменным сопротив-

лением 268 (265) в пределах от 0 до 10 в. Это дает возможность правильно выбрать рабочую точку усилительных ламп. При отрицательном потенциале на аноде одного из диодов лампы 24 напряжение на сопротивлении 269 (266) будет регулироваться в пределах от -25 до -45 в, что обеспечивает полное запаривание усилительных ламп.

Плечи делителя напряжения в анодных цепях лампы 33 выбираются так, что на аноде днота (лампа 24), связанного с запертой лампой генератора управляющих импульсов уровня, будет положительный потенциал относительно земли. Это вызовет ток через диод и напряжение на его аноде автоматически установится близким к нулю. Таким образом напряжение смещения на сетке открытой лампы усилителя стабилизируется. Напряжение на аноде правой половины лампы 33 изменяется от +240 в (при запертой правой половине лампы 33) и до 60 в (при отпертой правой половине лампы 33), а на аноде левой половины лампы 33 — соответственно от 60 до 240 в.

Все делители напряжения высокоомные, это сводит к минимуму их влияние на анодные цепи ламп генератора управляющих импульсов и тем самым позволяет увеличить пределы изменения амплитуды напряжения на его анодах. Отношение между величинами высокоомных сопротивлений 267, 265, 266 (и соответственно 264, 268, 269) рассчитано так, что при запертой правой половине лампы 33 потенциал на аноде правого диода 24 положительный (15 ± 20 в). На аноде правого диода 24 при запертой правой половине лампы 33 потенциал отрицательный (-25 ± -30 в). Такие же потенциалы возникают и на левом диоде лампы 24.

Напряжение с делителя напряжения подается на сетку усилительных ламп не непосредственно, а через катодные повторители (левая половина лампы 22 и правая половина лампы 23). Такое соединение дает возможность уменьшить постоянную времени переключения в сеточных цепях усилительных ламп и тем самым свести время переключения к минимуму. Правая половина лампы 22 и левая половина лампы 23 соединены диодами и используются для восстановления постоянной составляющей напряжения входных конденсаторов. Применение восстанавливающего диода и катодного повторителя обеспечивает восстановление постоянного уровня напряжения после прохождения сигналов с большими амплитудами.

§ 41. Схема запаривания (бланкирования) развертки по углу поворота антенны

Эта схема совершенно одинакова со схемой запаривания развертки по азимуту в блоке индикатора БО-01, описанной в § 25.

§ 42. Цепь управления рабочим режимом трубки

Схема цепи управления рабочим режимом трубки приведена на рис. 48. В эту цепь входит схема ограничения рабочего участка раз-

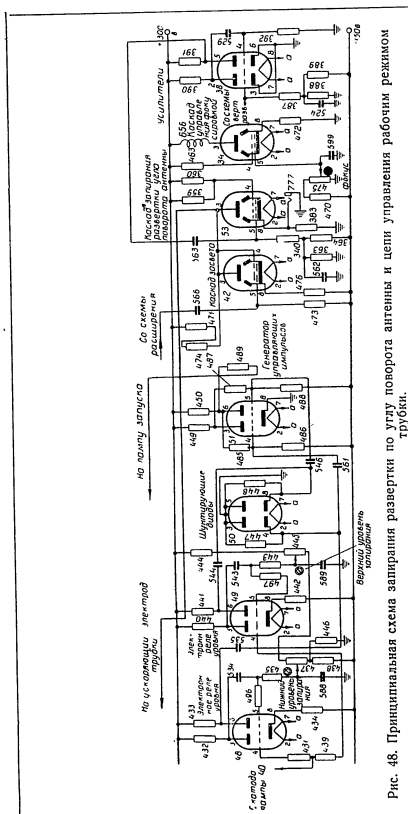


Рис. 48. Принципиальная схема заправки развертки по углу поворота антенны и цепи управления рабочим режимом трубки.

вертки угла поворота антенны. Схема ограничения состоит из лампы 38 типа 6Н9С, работающей в режиме усилителя, и выходной лампы 53 типа 6П6С. На сетку лампы 38 поступает напряжение с каскада ограничения схемы развертки угла поворота антенны. Это напряжение возникает на катоде лампы 37 (рис. 46) в момент начала ограничения пилообразного напряжения, имеющего положительную полярность. После усиления лампой 38 это напряжение подается на управляющую сетку лампы 53, являющуюся выходной лампой этой схемы.

Лампа 38 имеет большой коэффициент усиления. Это дает возможность усилить приходящий на ее сетку импульс малой амплитуды до амплитуды, необходимой для отпирания выходной лампы 53 по управляющей сетке. Делитель напряжения в сеточной цепи левой половины лампы 38 обеспечивает выбор такого напряжения смещения этой лампы, при котором она дает наибольшее усиление. Величина этого смещения порядка 4 в. Конденсатор 524—блокировочный. Второй каскад усиления работает с отсечкой по верхнему пределу; при этом форма выходного импульса становится прямоугольной.

До прихода положительного импульса с анода лампы 38 на сетку лампы 53 последняя заперта отрицательным смещением на ее сетке порядка — 60 в, снимаемым с сопротивлений 363 и 364. С появлением положительного импульса лампа 53 отпирается и напряжение на ее аноде понижается. Анод этой лампы соединен с ускоряющим электродом трубки так, что с понижением напряжения на аноде лампы 53 трубка запирается по ускоряющему электроду с момента ограничения развертки угла поворота антенны.

К цепи управления рабочим режимом трубки относятся схема завета развертки дальности, работающая на лампе 42 типа 6П3С, и схема управления фокусировкой, работающая на лампе 34 типа 6П3С.

Обе эти схемы аналогичны таким же схемам в индикаторах ПО-02 и ВО-01.

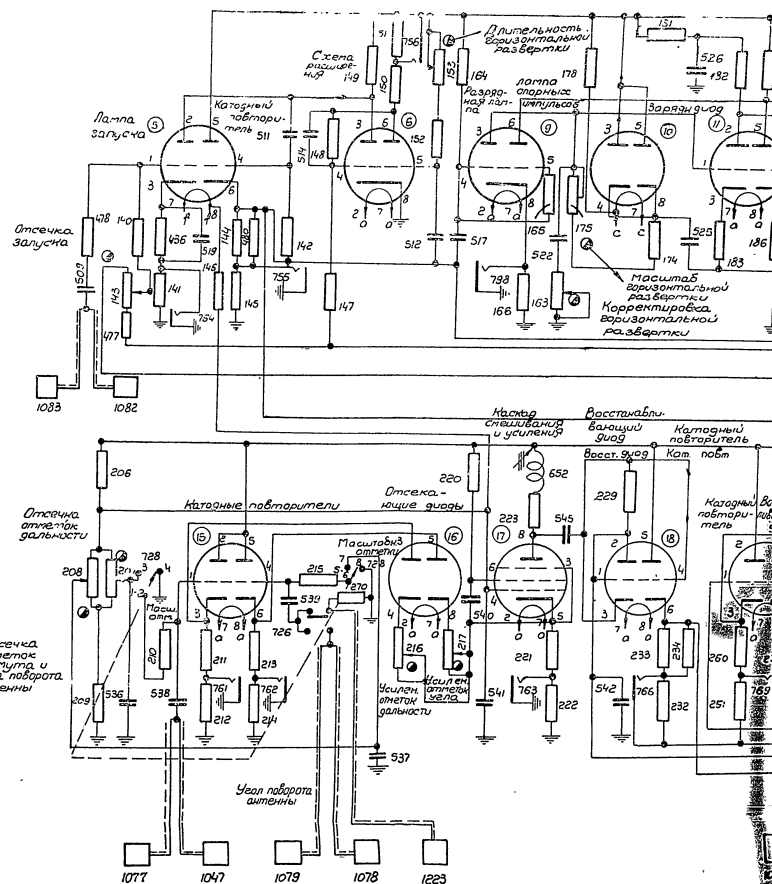
§ 43. Система контроля цепей

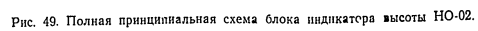
Система контроля цепей индикатора высоты аналогична системе контроля цепей индикатора кругового обзора ПО-02, описанной в § 13. Полная принципиальная схема блока индикатора высоты НО-02 приведена на рис. 49.

СПЕЦИФИКАЦИЯ
К ПОЛНОЙ ПРИНЦИПИАЛЬНОЙ СХЕМЕ БЛОКА ИНДИКАТОРА
ВЫСОТЫ НО-02
(рис. 49)

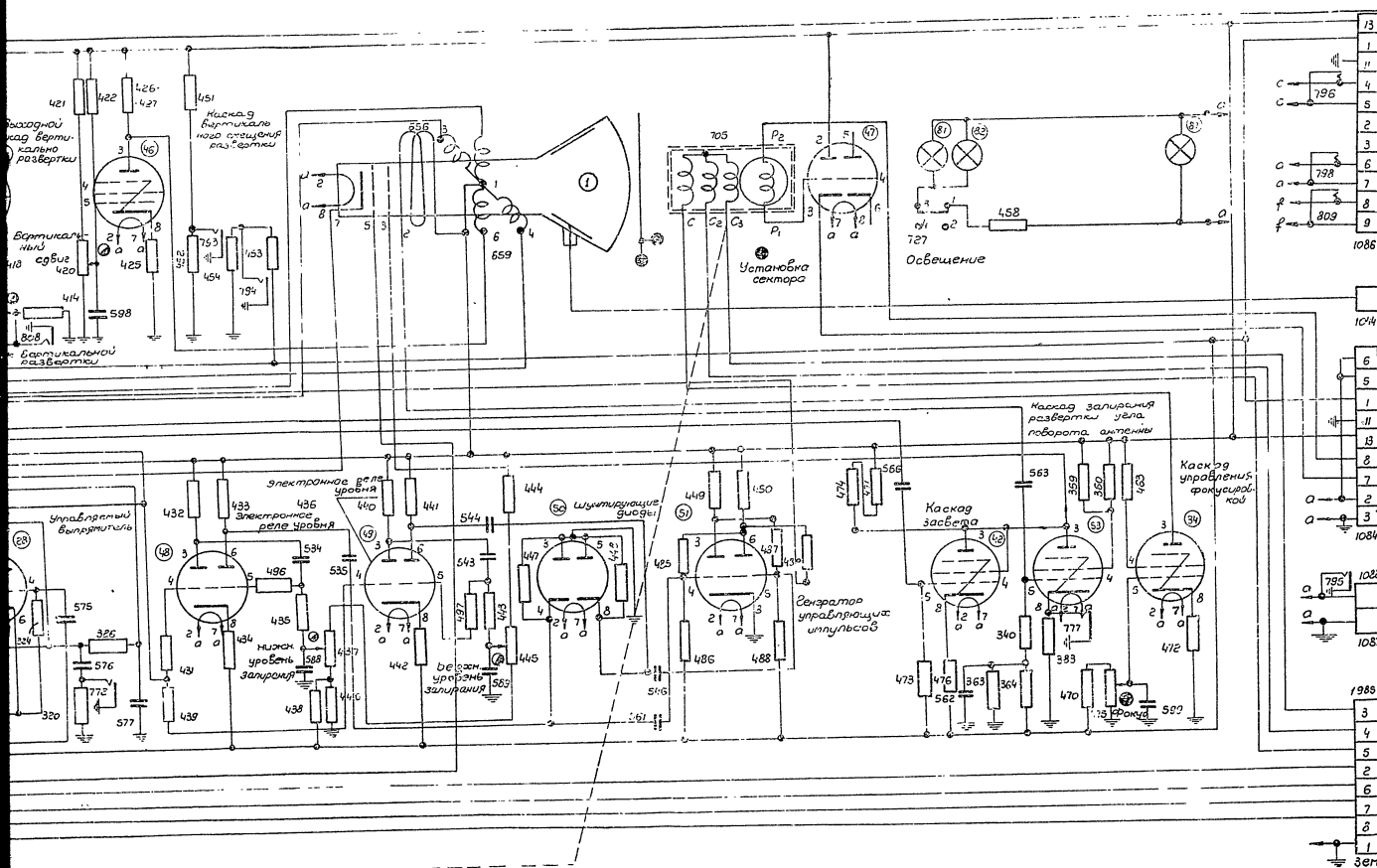
Обозначение на принципиальной схеме	Наименование	Тип	Электрические данные
1	Электроннолучевая трубка Лампа	31ЛМ32	—
5	"	6Н8С	—
6	"	6Н7С	—
9	"	6Н7С	—
10	"	6Х6С	—
11	"	6Н8С	—
12	"	6Х6С	—
13	"	6П3С	—
14	"	6П3С	—
15	"	6Н8С	—
16	"	6Х6С	—
17	"	6Ж4	—
18	"	6Н8С	—
20	"	6Ж4	—
21	"	6Ж4	—
22	"	6Н9С	—
23	"	6Н9С	—
24	"	6Х6С	—
25	"	6Н8С	—
27	"	6Н8С	—
28	"	6Н8С	—
33	"	6П3С	—
34	"	6П3С	—
37	"	6Х6С	—
38	"	6Н9С	—
40	"	6Н8С	—
41	"	6Ж4	—
42	"	6П3С	—
43	"	6Н8С	—
44	"	6Х6С	—
45	"	6П3С	—
46	"	6П3С	—
47	"	6Н9С	—
48	"	6Н7С	—
49	"	6Н7С	—
50	"	6Х6С	—
51	"	6Н7С	—
53	"	6П6С	—
81	Лампа миниатюрная		6,3 в; 0,28 а
82	"		6,3 в; 0,28 а
87	"	Автомобильная	13,5 в; 0,18 а
140	Сопротивление	BC-0,25	22 ком, 10%
141	"	BC-0,25	100 ом, 10%
142	"	BC-0,25	0,47 Мом, 10%
143	"	СП-2-220-А	200 ком, 10%
144	"	BC-2	47 ком, 10%
145	"	BC-0,25	100 ом, 10%
146	"	BC-0,25	1 Мом, 10%

104









147
148
149
150
151
152
153
163
164
165
166
174
175
178
181
182
183
184
185
186
187
188
189
190
192
193
194
195
196
197
199
200
201
203
204
205
206
207
208
209
210
211
212
213
214
215
216
217
220
221
222
223

104

Продолжение

Обозначение на принци- пальной схеме	Наименование	Тип	Электрические данные
147	Сопrotивление	BC-1,0	0,33 Мом, 5%
148	"	BC-1,0	0,47 Мом, 5%
149	"	BC-2,0	22 ком, 10%
150	"	BC-2,0	22 ком, 10%
151	"	BC-0,25	100 ом, 10%
152	"	BC-0,5	0,47 Мом, 10%
153	"	СП-2-1000-A	1 Мом
163	"	СП-2-22-A	22 ком
164	"	BC-1,0	1 Мом, 10%
165	"	BC-0,25	0,1 Мом, 10%
166	"	BC-0,25	56 ом, 10%
174	"	BC-1,0	1,2 Мом, 10%
175	"	СП-2-470-A	470 ком
178	"	BC-0,25	1 Мом, 10%
181	"	BC-0,5	10 ком, 10%
182	"	BC-1,0	33 ком, 10%
183	"	BC-0,5	2,7 ком, 10%
184	"	BC-2,0	47 ком, 10%
185	"	BC-0,25	1 Мом, 10%
186	"	BC-0,25	100 ом, 10%
187	"	BC-0,25	100 ком, 10%
188	"	BC-0,25	0,12 Мом, 10%
189	"	BC-0,25	1 Мом, 10%
190	"	BC-0,25	5,6 ком, 10%
192	"	BC-1,0	100 ом, 10%
193	"	BC-1,0	100 ом, 10%
194	"	BC-1,0	15 ком, 10%
195	"	BC-1,0	15 ком, 10%
196	"	ПЭ-1	100 ом
197	"	Проволочное перемен- ное тип 3	200 ом, 4 вт
199	"	СНП	5 ом, 10%
200	"	BC-1,0	0,1 Мом, 10%
201	"	СП-2-220-A	220 ком
203	"	ПЭ-II	2,5 ком
204	"	BC-1,0	15 ком, 10%
205	"	BC-1,0	15 ком, 10%
206	"	BC-1,0	56 ком, 10%
207	"	СП-2-22-A	22 ком
208	"	СП-2-22-A	22 ком
209	"	BC-0,5	15 ком, 10%
210	"	BC-0,25	1 Мом, 10%
211	"	BC-1,0	15 ком, 10%
212	"	BC-0,25	150 ом, 10%
213	"	BC-1,0	15 ком, 10%
214	"	BC-0,25	150 ом, 10%
215	"	BC-0,25	4 Мом, 10%
216	"	СП-2-10-A	10 ком
217	"	СП-2-4,7-A	4,7 ком
220	"	BC-0,5	33 ком, 10%
221	"	BC-2,0	10 ком, 10%
222	"	BC-0,25	56 ом, 10%
223	"	BC-2,0	4,7 ком, 10%

105

Продолжение			
Обозначение на принципиальной схеме	Наименование	Тип	Электрические данные
229	Сопротивление	BC-0,25	1 Мом, 10%
232		BC-2,0	56 ом, 10%
233		BC-2,0	33 ком, 10%
234		BC-2,0	33 ком, 10%
235		BC-1,0	68 ком, 10%
237		BC-0,25	0,47 Мом, 10%
238		BC-0,25	5,6 ком, 10%
241		СП-2-1-A	1 ком
244		BC-0,25	56 ом, 10%
245		BC-2,0	4,7 ком, 10%
246		BC-2,0	3,9 ком, 10%
247		BC-1,0	68 ком, 10%
249		BC-0,25	0,47 Мом, 10%
250		BC-0,25	5,6 ком, 10%
255		СП-2-1-A	1 ком
256		BC-0,25	56 ом, 10%
260		BC-1,0	39 ком, 10%
261		BC-0,25	56 ом, 10%
262		BC-1,0	39 ком, 10%
263		BC-0,25	56 ом, 10%
264		BC-0,5	0,33 Мом, 10%
265		СП-2-15-A	15 ком
266		BC-0,5	0,22 Мом, 5%
267		BC-0,5	0,33 Мом, 5%
268		СП-2-15-A	15 ком
269		BC-0,5	0,22 Мом, 5%
270		BC-0,25	75 ом, 5%
275		BC-1,0	0,15 Мом, 10%
276		BC-1,0	39 ком, 10%
277		BC-0,5	0,22 Мом, 10%
278		BC-1,0	10 ком, 10%
279		BC-0,25	56 ом, 10%
280		СП-2-220-A	220 ком
305		СП-2-220-A	220 ком
306		BC-0,5	56 ком, 10%
310		BC-0,5	47 ком, 10%
311		СП-2-22-A	22 ком
312		BC-0,25	100 ком, 10%
314		BC-2,0	27 ком, 10%
316		BC-0,25	100 ом, 10%
317		BC-0,25	1 Мом, 10%
318		BC-1,0	22 ком, 10%
320		BC-0,25	150 ом, 10%
323		BC-0,25	220 ом, 10%
324		BC-0,25	1 Мом, 10%
326		BC-0,25	0,47 Мом, 10%
340		BC-0,25	0,47 Мом, 10%
350		BC-2,0	33 ком, 10%
360		BC-2,0	27 ком, 10%
361		BC-0,25	56 ом, 10%
362		BC-0,5	56 ком, 10%
363		BC-0,5	56 ком, 10%

Продолжение			
Обозначение на принципиальной схеме	Наименование	Тип	Электрические данные
364	Сопротивление	BC-0,5	100 ком, 10%
365		BC-0,25	0,56 Мом, 10%
366		BC-2,0	56 ком, 10%
367		BC-2,0	68 ком, 5%
368		BC-2,0	68 ком, 10%
369		BC-0,25	0,47 Мом, 10%
370		BC-0,25	220 ком
371		СП-2-220-A	0,47 Мом, 10%
383		BC-0,25	100 ом, 10%
384		BC-0,25	22 ком, 10%
385		СП-2-47-A	47 ком
386		BC-0,5	0,22 Мом, 10%
387		BC-0,25	0,47 Мом, 10%
388		BC-0,5	3,9 ком, 5%
389		BC-0,5	0,15 Мом, 5%
391		BC-1,0	47 ком, 10%
392		BC-1,0	47 ком, 10%
397		BC-0,25	0,47 Мом, 10%
398		BC-2,0	100 ком, 10%
400		BC-2,0	100 ком, 10%
401		BC-0,5	100 ком, 10%
402		СП-2-220-A	0,22 Мом
403		СПП	25 ом, 5%
404		СП-2-47-A	47 ком
405		BC-0,5	1 Мом, 10%
406		BC-0,5	10 ком, 10%
407		BC-1,0	33 ком, 10%
408		BC-0,25	100 ом, 10%
409		BC-2,0	39 ком, 10%
410		BC-0,5	2,7 ком, 10%
411		BC-0,25	1 Мом, 10%
412		BC-2,0	1 Мом, 10%
413		BC-0,25	5,6 ком, 10%
414		СПП	5 ом, 10%
416		BC-2,0	200 ом, 5%
417		Проволочное переменное, тип 3	300 ом, 4 вт
418		ПЭ-1	100 ом
419		Проволочное переменное, тип 2	500 ом, 4 вт
420		СП-2-220-A	0,22 Мом
421		BC-1,0	56 ком, 10%
422		BC-1,0	100 ом, 10%
423		BC-1,0	8,2 ком, 10%
424		BC-1,0	8,2 ком, 10%
425		ПЭ-1	2,5 ком
426		BC-1,0	8,2 ком, 10%
427		BC-1,0	8,2 ком, 10%
431		BC-0,25	0,1 Мом, 10%
432		BC-2,0	27 ком, 10%
433		BC-2,0	27 ком, 10%
434		BC-2,0	68 ком, 10%

Продолжение			
Обозначение на принципиальной схеме	Наименование	Тип	Электрические данные
435	Сопротивление	BC-0,25	2,2 Мом, 10%
436		BC-0,5	18 ком, 10%
437		СП-2-68	68 ком
438		BC-0,5	150 ком, 10%
439		BC-0,25	0,1 Мом, 10%
440		BC-2,0	27 ком, 10%
441		BC-2,0	27 ком, 10%
442		BC-2,0	82 ком, 10%
443		BC-0,25	2,2 Мом, 10%
444		BC-0,5	680 ком, 10%
445		СП-2-100	100 ком
446		BC-0,5	15 ком, 10%
447		BC-0,25	2,2 Мом, 10%
448		BC-0,25	2,2 Мом, 10%
449		BC-2,0	27 ком, 5%
450		BC-2,0	27 ком, 5%
451		BC-2,0	100 ком, 10%
452		BC-0,5	1 ком, 10%
453		BC-1,0	100 ком, 10%
454		BC-0,5	1 ком, 10%
455		BC-0,5	100 ком, 10%
456		BC-0,5	47 ком, 10%
457		СНП	0,5 ом, 10%
458		BC-2,0	0,1 Мом, 10%
459		BC-0,5	100 ком, 10%
460		ПЭ-II	5 ком
461		BC-2,0	470 ом, 10%
462		BC-1,0	0,47 Мом, 10%
463		ПЭ-II	5 ком
464		СП-2-47-A	47 ком
465		BC-0,5	150 ком, 10%
466		BC-0,5	120 ком, 10%
467		BC-0,25	4,7 ком, 10%
468		BC-2,0	47 ком, 10%
469		BC-0,5	0,33 Мом, 5%
470		BC-0,5	0,24 Мом, 5%
471		BC-0,5	0,33 Мом, 5%
472		BC-0,5	0,24 Мом, 5%
473		BC-0,5	560 ком, 10%
474		BC-0,25	0,47 Мом, 10%
475		BC-0,25	0,47 Мом, 10%
476	Конденсатор	КСО-2-500-A-470-III	470 пф, 500 в
477		КБГ-М2-400-0,25-III	0,25 мкф, 400 в
478		КСО-5-500-A-3300-II	3300 пф, 500 в
479		КТК-1-500-A-10-II	10 пф, 500 в
480		КБГ-М2-400-0,25-III	0,25 мкф, 400 в
481		КБГ-МП-3В-400 $\frac{3 \times 0,1}{K}$ III	3 \times 0,1 мкф, 400 в
482		КСО-8-500-A-10000-II	10000 пф, 500 в
483		КБГ-М2-400-0,25-II	0,25 мкф, 400 в
484		КСО-2-500-A-100-II	100 пф, 400 в
485		КБГ-МН-2В-400 $\frac{2}{H}$ III	2 мкф, 400 в
486		КСО-8-500-A-10000-II	10000 пф, 500 в
487		КБГ-М2-400-0,25-II	0,25 мкф, 400 в
488		КСО-2-500-A-100-II	100 пф, 400 в
489		КБГ-МН-2В-400 $\frac{2}{H}$ III	2 мкф, 400 в
490		КСО-8-500-A-10000-II	10000 пф, 500 в

Продолжение			
Обозначение на принципиальной схеме	Наименование	Тип	Электрические данные
527	Конденсатор	КСО-8-500-A-300-0-II	30000 пф, 500 в
528		КБГ-М2-400-0,25-III	0,25 мкф, 400 в
529		КБГ-М2-400-0,25-III	0,25 мкф, 400 в
530		КСО-8-500-A-30000-II	30000 пф, 500 в
531		КБГ-МП-2В-600 $\frac{2 \times 0,5}{K}$ III	2 \times 0,5 мкф, 400 в
532		КБГ-МП-2В-600 $\frac{2 \times 0,5}{K}$ III	2 \times 0,5 мкф, 400 в
533		КБГ-МП-2В-600 $\frac{0,5}{K}$ III	0,5 мкф, 400 в
534		КСО-5-500-A-6800-II	6800 пф, 500 в
535		КБГ-МП-3В-400 $\frac{3 \times 0,1}{K}$ III	3 \times 0,1 мкф, 400 в
536		КСО-5-250-A-10000-II	10000 пф, 250 в
537		КСО-5-250-A-10000-II	10000 пф, 250 в
538		КСО-8-500-A-30000-II	30000 пф, 500 в
539		КБГ-МП-3В-400 $\frac{3 \times 0,1}{K}$ III	3 \times 0,1 мкф, 400 в
540		КСО-5-250-A-10000-II	10000 пф, 250 в
541		КСО-5-250-A-10000-II	10000 пф, 250 в
542		КБГ-МП-2В-600 $\frac{0,5}{K}$ III	0,5 мкф, 400 в
543		КСО-5-500-A-6800-II	6800 пф, 500 в
544		КБГ-М2-400-0,25-III	0,25 мкф, 400 в
545		КСО-5-500-A-1800-II	1800 пф, 500 в
546		КБГ-МП-2В-600 $\frac{2 \times 0,5}{K}$ III	2 \times 0,5 мкф, 400 в
547		КСО-2(3)-500-1000-II	1000 пф, 500 в
548		КСО-2(3)-500-A-1000-II	1000 пф, 500 в
549		КСО-2-500-A-470-II	470 пф, 500 в
550		КСО-5-500-A-1800-II	1800 пф, 500 в
551		КБГ-М2-400-0,25-III	0,25 мкф, 400 в
552		КБГ-М2-400-0,25-III	0,25 мкф, 400 в
553		КБГ-МП-2В-600 $\frac{0,5}{K}$ III	0,5 мкф, 400 в
554		КБГ-М2-400-0,25-III	0,25 мкф, 400 в
555		КБГ-М2-400-0,25-III	0,25 мкф, 400 в
556		КСО-5-250-A-10000-II	10000 пф, 250 в
557		КСО-5-250-A-10000-II	10000 пф, 250 в
558		КБГ-МН-2В-200 $\frac{2 \times 1,0}{K}$ III	2 \times 1 мкф, 200 в
559		КСО-7-500-A-2200-II	2200 пф, 50 в
560		КБГ-МП-3В-400 $\frac{3 \times 0,1}{K}$ III	3 \times 0,1 мкф, 400 в
561		КБГ-М2-400-0,25-III	0,25 мкф, 400 в
562		КБГ-МН-400-2-III	2 мкф, 400 в
563		КСО-8-500-A-30000-II	30000 пф, 500 в
564		КСО-8-500-A-30000-II	30000 пф, 500 в
565		КБГ-М2-400-0,25-III	0,25 мкф, 400 в
566		КСО-8-500-A-30000-II	30000 пф, 500 в
567		КБГ-М2-400-0,25-III	0,25 мкф, 400 в

Продолжение			
Обозначение на принципиальной схеме	Наименование	Тип	Электрические данные
652	Катушка индуктивности	—	—
653	То же	—	320 мкс*
654	Трансформатор управляемого выпрямителя	—	400 мкс*
656	Фокусирующая катушка	—	—
659	Отклоняющие катушки (4 шт.)	—	—
704	Сельсин СС-405	—	—
705	Сельсин СС-405	—	—
726	Переключатель	—	—
727	Переключатель	—	—
728	Переключатель двухполюсный	—	—
754	Контрольное гнездо	—	—
755	То же	—	—
756	"	—	—
758	"	—	—
759	"	—	—
760	"	—	—
761	"	—	—
762	"	—	—
763	"	—	—
766	"	—	—
767	"	—	—
768	"	—	—
769	"	—	—
770	"	—	—
771	"	—	—
772	"	—	—
773	"	—	—
774	"	—	—
777	"	—	—
793	"	—	—
794	"	—	—
795	"	—	—
796	"	—	—
797	"	—	—
798	"	—	—
804	"	—	—
806	"	—	—
807	"	—	—
808	"	—	—
809	"	—	—
1044	Разъем одноконтактный	—	—
1045	То же	—	—
1046	"	—	—
1047	"	—	—
1077	"	—	—
1078	"	—	—

* Индуктивность без карбонильного сердечника.

Продолжение			
Обозначение на принципиальной схеме	Наименование	Тип	Электрические данные
1079	Разъем одноконтактный	—	—
1080	То же	—	—
1081	"	—	—
1082	"	—	—
1083	"	—	—
1084	Разъем 14-контактный	—	—
1085	Разъем 8-контактный	—	—
1086	Разъем 14-контактный	—	—
1087	Зажим накала	—	—
1088	То же	—	—
1223	Разъем одноконтактный	—	—

4. КОНСТРУКЦИЯ БЛОКА ИНДИКАТОРА

§ 44. Общее описание конструкции

Блок индикатора высоты смонтирован на угловом шасси аналогично блокам индикаторов ПО-02 и ВО-01. На горизонтальной панели сверху установлена электроннолучевая трубка с отклоняющей системой, закрепленной в центре горизонтальной панели, и размещены лампы и трансформаторы.

Детали и монтаж блока размещены под горизонтальной панелью и на боковых стенках. Потенциометры, оси которых выведены на переднюю панель, и электроннолучевая трубка закреплены так же, как и в индикаторах ПО-02 и ВО-01.

С правой стороны на горизонтальной панели расположен блок сельсин-трансформаторов (БСТ). Ручки управления этим блоком выведены на переднюю панель и снабжены шкалами. На задних стенках блока, как и в индикаторах ПО-02 и ВО-01, расположены разъемы и зажимы цепи питания, а также высокочастотные разъемы.

Всего в индикаторе 11 высокочастотных разъемов, служащих для передачи импульсов запуска (разъемы 1083, 1082), отсчетов азимута (разъемы 1078 и 1079), отраженных сигналов вертикального канала (разъемы 1080 и 1081), отраженных сигналов наклонного канала (разъемы 1045 и 1046), отсчетов угла поворота антенны (разъем 1223) и отсчетов дальности (разъемы 1077 и 1047).

Напряжения с блока питания подаются на индикатор через разъем 1086, а с блока ХА-01—через разъем 1085. Напряжение на блок ЗА-01 поступает через разъем 1084. Высокое напряжение на анод электроннолучевой трубки подается через высоковольтный разъем 1044. Напряжение накала, питающее большинство ламп

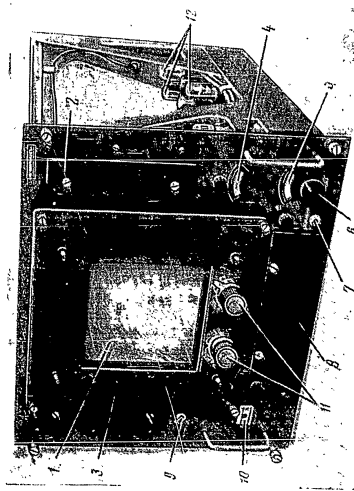


Рис. 50. Общий вид блока индикатора высоты (вид спереди).
1 — экран вакуумноэлектронной трубки; 2 — дверца контрольного гнезда; 3 — ради; 4 — антенна гру-
бовой установки; 5 — антенна высокочастотного сигнала; 6 — антенна высокочастотного сигнала;
7 — антенна высокочастотного сигнала; 8 — антенна высокочастотного сигнала; 9 — антенна высокочастотного сигнала;
10 — антенна высокочастотного сигнала; 11 — антенна высокочастотного сигнала; 12 — антенна.

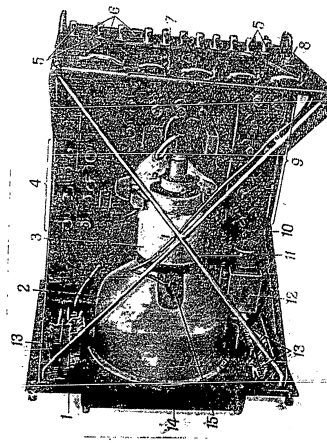


Рис. 51. Общий вид блока индикатора высоты (вид сверху).
1 — экран вакуумноэлектронной трубки; 2 — антенна высокочастотного сигнала; 3 — антенна высокочастотного сигнала;
4 — антенна высокочастотного сигнала; 5 — антенна высокочастотного сигнала; 6 — антенна высокочастотного сигнала;
7 — антенна высокочастотного сигнала; 8 — антенна высокочастотного сигнала; 9 — антенна высокочастотного сигнала;
10 — антенна высокочастотного сигнала; 11 — антенна высокочастотного сигнала; 12 — антенна высокочастотного сигнала;
13 — антенна.

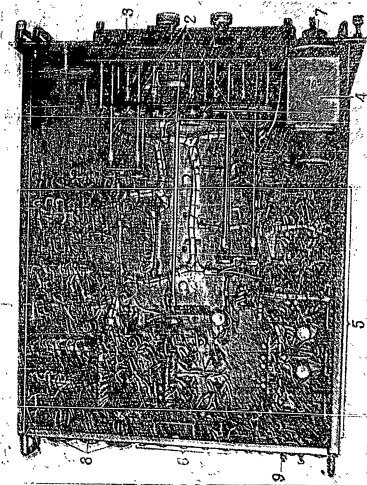


Рис. 52. Общий вид блока индикатора высоты (вид со стороны монтажа):
1 — детали и лампы схемы развертки дальности; 2 — ось потенциометров, выходящие на
схемную панель; 3 — рама; 4 — блок селенит-трансформаторов; 5 — лампы и лампы с
схемной панелью; 6 — лампы и лампы с селенит-трансформаторами; 7 — лампы и лампы с
схемной панелью; 8 — лампы и лампы с селенит-трансформаторами; 9 — лампы и лампы с
схемной панелью.

блока, подается со специальных зажимов 1087 и 1088. В одном ряду с силовыми разъемами расположен контакт блокировки. Общий вид блока индикатора высоты показан на рис. 50, 51 и 52.

Примечание: В блоке индикатора ИЮ-02 размещены также элементы, относящиеся к блоку отсчетов угла поворота антенны (блок ЗА-01): селенит-трансформатор 705 и лампа катодного детектора, входящие в схему блока ЗА-01. Описание этих элементов приведено в ч. III Технического описания.

§ 45. Графическая шкала

Графическая шкала индикатора ИЮ-02 конструктивно выполнена в виде литой силуминовой рамы.

На литой раме шкалы с внутренней стороны укреплена прозрачная прямоугольная шкала из плексигласа, на которой выравнены линии равных высот, линии отсчетов угла поворота антенны и линии отсчетов дальности (рис. 53). Шкала имеет металлическое

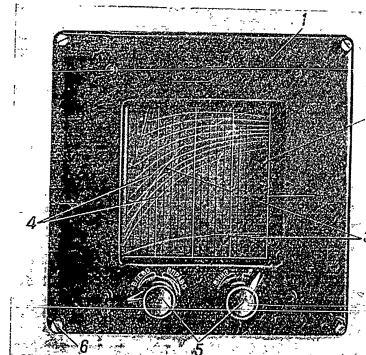


Рис. 53. Графическая шкала индикатора высоты:

1 — рама; 2 — графическая шкала; 3 — линии углов поворота антенны; 4 — линии равных высот; 5 — ручки перемещения графической шкалы; 6 — штифт крепления рамы.

обрамление и с помощью двух кривошипных механизмов может перемещаться в двух взаимно перпендикулярных направлениях относительно неподвижной рамы. Последнее необходимо для совмещения графического масштаба с электрической масштабной сеткой в процессе измерения высоты полета цели. Шкала четырьмя винтами крепится к лицевой панели индикатора перед экраном трубки. Ручки перемещения графической шкалы снабжены стопорами.

ПРИЛОЖЕНИЕ ОСНОВНЫЕ ЭЛЕМЕНТЫ ИНДИКАТОРНЫХ УСТРОЙСТВ ЭЛЕКТРОННОЛУЧЕВЫЕ ТРУБКИ

1. Типы и назначение электроннолучевых трубок

Электроннолучевая трубка является электровакуумным прибором, служащим обычно для визуального наблюдения электрических процессов.

Трубка состоит из стеклянной колбы, в которую помещен электронный прожектор, испускающий узкий пучок электронов вдоль оси трубки (луч), устройства для отклонения этого пучка от оси и экрана, светящегося при попадании на него пучка электронов.

Электроннолучевые трубки обычно классифицируются по способу фокусировки и отклонения электронного пучка. В трубках одного типа, называемых электростатическими, для фокусировки и отклонения луча используется электрическое поле. В трубках другого типа — магнитных — для этих же целей используется магнитное поле.

Кроме того, электроннолучевые трубки различаются еще по времени послесвечения. Для наблюдения быстро изменяющихся процессов применяются трубки с коротким послесвечением с тем, чтобы изображение на экране не оставалось длительное время. Для наблюдения повторяющихся процессов, интервалы между которыми значительно больше инерции зрительного восприятия, применяются трубки с длительным послесвечением. Экран такой трубки имеет двойное флуоресцирующее покрытие (рис. 1). Под воздействием электронного пучка начинает светиться слой с голубым свечением, а свечение этого слоя возбуждает свечение следующего слоя — с желтым свечением. Первый слой обладает малым временем послесвечения, а второй — длительным.

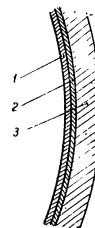
Под временем послесвечения понимается промежуток времени, в течение которого интенсивность свечения флуоресцирующего вещества после прекращения возбуждения спадает до 0,01 первоначальной величины.

В нашей аппаратуре электроннолучевые трубки используются для двух целей:

1. В качестве осциллографов, позволяющих получать форму электрических сигналов по их изображению на экране. В этом случае применяется электростатическая трубка с коротким послесвечением типа 8ЛО29.

Рис. 1. Экран электроннолучевой трубки:

1 — слой флуоресцирующего вещества с голубым свечением; 2 — слой флуоресцирующего вещества с желтым свечением; 3 — стеклянное дно трубки



2. В качестве электроннолучевых радиолакационных индикаторов, служащих для определения координат целей по свстающимся отсчетам отраженных сигналов. В этом случае применяется магнитная трубка с длительным послесвечением (время послесвечения — около 10 сек) типа 31ЛМ32.

2. Электростатическая электроннолучевая трубка типа 8ЛО29

Устройство трубки с электростатическим отклонением изображено на рис. 2.

Источником электронного пучка является электронный прожектор, состоящий из катода, модулятора и двух анодов.

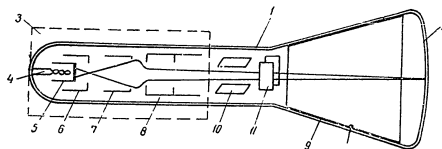


Рис. 2. Устройство электроннолучевой трубки со статическим отклонением:

1 — стеклянная колба; 2 — экран, покрытый светящимся веществом; 3 — электронный прожектор; 4 — подогреватель; 5 — катод; 6 — управляющий электрод; 7 — первый анод; 8 — второй анод; 9 — высоковольтный анод (анод); 10 — вертикально-отклоняющие пластины; 11 — горизонтально-отклоняющие пластины.

Электроны излучаются накаливаемым катодом, изготовленным в виде никелевого цилиндра, имеющего на торце оксидное покрытие. Внутри цилиндра находится вольфрамовая нить подогревателя, свернутая в спираль.

Предварительная фокусировка электронов производится управляющим электродом или модулятором, имеющим отрицательный потенциал по отношению к катоду. Модулятор представляет собой металлический стакан с отверстием против торца катода. Направление, в котором излучаются электроны, определяется этим отверстием, так как электроны могут проходить только через него. Электрическое поле модулятора заставляет электроны изменить первоначальное направление (рис. 3) и концентрирует их в узкий пучок. Изменение отрицательного потенциала модулятора изменяет число электронов, проходящих через отверстие, меняя таким образом яркость свечения.

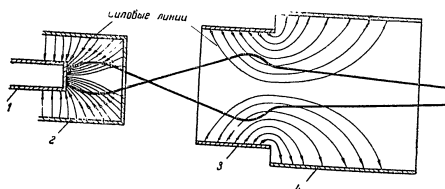


Рис. 3. Фокусировка пучка электронов:
1 — катод; 2 — управляющий электрод; 3 — первый анод; 4 — второй анод.

После модулятора пучок электронов проходит через систему, состоящую из первого и второго анодов — двух цилиндров, имеющих положительный потенциал, причем потенциал второго анода выше первого. Положительный потенциал вызывает ускорение движения электронов, а электрическое поле между этими анодами заставляет электроны изменить направление движения так, что они начинают двигаться к оси трубки и сходятся в какой-то точке (рис. 3). При правильном соотношении напряжений между анодами электроны сходятся на поверхности экрана и светящееся пятно получается ярким и персплюсываемым, т. е. сфокусированным. Так как для фокусировки обычно меняют напряжение на первом аноде, то он и получил название фокусирующего. Второй анод называется ускоряющим.

Отклонение электронного пучка производится с помощью электрического поля, создаваемого напряжением, которое подводится к двум парам пластин, расположенным за вторым анодом (рис. 2). Одна пара пластин устанавливается перпендикулярно к другой, при этом одна пара позволяет отклонять пучок в горизонтальном направлении, другая — в вертикальном.

Если к пластинам какой-либо пары приложено напряжение, то электронный пучок отклоняется к пластине, имеющей более положительный потенциал; величина отклонения пучка прямо пропорциональна напряжению между пластинами.

Внутренняя поверхность расширяющейся части стеклянной колбы покрыта слоем коллоидального графита (рис. 2), называемым аквадагом или высоковольтным анодом, имеющим еще более высокий положительный потенциал, чем второй анод. Он дает дополнительное ускорение электронам и тем самым увеличивает яркость и улучшает фокусировку изображения. Кроме того, он притягивает вторичные электроны, испускаемые флуоресцирующим экраном, и экранирует электронный луч от внешних полей.

3. Магнитная электроннолучевая трубка типа 31ЛМ32

По устройству электронного прожектора магнитная трубка отличается от электростатической тем, что фокусировка электронного пучка производится здесь не системой двух анодов, как в электростатической трубке, а магнитным полем фокусирующей катушки. Фокусирующий анод отсутствует, имеется только ускоряющий анод (рис. 4). Внешний вид трубки показан на рис. 5.

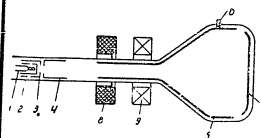


Рис. 4. Устройство электроннолучевой трубки с магнитным отклонением:
1 — подогреватель; 2 — катод; 3 — управляющий электрод; 4 — ускоряющий анод; 5 — высоковольтный анод; 6 — ввод высокого напряжения; 7 — экран, покрытый светящимся веществом; 8 — фокусирующая катушка; 9 — отклоняющая система.

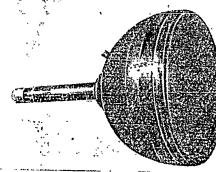


Рис. 5. Общий вид электроннолучевой трубки 31ЛМ32.

Магнитная фокусировка электронного пучка осуществляется следующим образом. Специальная короткая катушка, через которую пропускают постоянный электрический ток, создает неоднородное магнитное поле.

Пока электроны находятся в области поля, оно заставляет электроны, движущиеся к экрану, двигаться не по прямой, а по спиральной линии, направленной к оси. При правильно установленном поле (что достигается изменением тока, протекающего через фокусирующую катушку) все электроны, покидающие поле, движутся по направлению к оси и встречаются в общей точке на экране трубки. Траектория электрона показана на рис. 6.

Внешний вид фокусирующей катушки показан на рис. 7.

Фокусирующая катушка помещена в железный экран, концентрирующий магнитное поле (рис. 8).

Для достижения оптимальной фокусировки необходимо совпадение осей трубки и фокусирующей катушки. Это условие удовлетворяется конструкцией крепления фокусирующей катушки.

Экран катушки имеет отверстие, в которое проходит горловина трубки. С внутренней стороны экран имеет щель для выхода магнитного поля. Эта щель смещена к одной стороне экрана катушки.

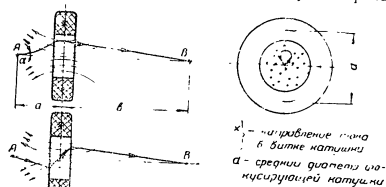


Рис. 6. Траектория движения электрона внутри короткой фокусирующей катушки.

Фокусирующая катушка располагается на горловине трубки так, что щель находится ближе к экрану. Один вывод фокусирующей катушки подключен к цепи $+300$ в, а другой — к аноду регулировочной лампы.

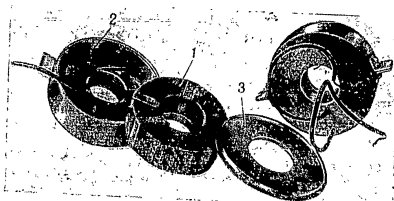


Рис. 7. Внешний вид фокусирующей катушки и ее деталей: 1 — катушка; 2 — корпус экрана; 3 — крышка экрана.

Фокусирующее магнитное поле зависит от величины тока, протекающего через фокусирующую катушку. Так как фокусирующая катушка питается анодным током регулировочной лампы, то изменением напряжения смещения на управляющей сетке этой лампы можно регулировать ток, а следовательно, осуществлять фокусировку луча. Величина тока, протекающего через катушку, примерно 10—12 мА.

Такая схема обеспечивает постоянство фокусировки независимо от изменения окружающей температуры. По мере прогрева сопро-

тивление фокусирующей катушки изменяется, но величина тока, протекающего по ней, не зависит от сопротивления фокусирующей катушки, так как внутреннее сопротивление лампы значительно больше сопротивления катушки.

Ток в этой цепи почти полностью определяется напряжением на управляющей сетке регулировочной лампы.

Схема питания фокусирующей катушки приведена на рис. 9

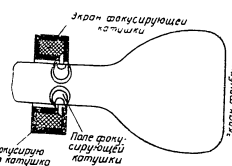


Рис. 8. Концентрация магнитного поля фокусирующей катушки с помощью железного экрана

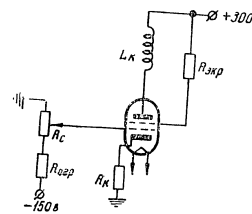


Рис. 9. Схема питания фокусирующей катушки

Положение движка потенциометра R_c определяет величину тока, протекающего через фокусирующую катушку.

Сопротивление R_c , включенное в катод регулировочной лампы, увеличивает действующее внутреннее сопротивление регулировочной лампы.

Для отклонения электронного луча от оси трубки и для соответствующего перемещения пятна по экрану применяется магнитная отклоняющая система.

В индикаторах станций применены магнитные отклоняющие системы следующих двух видов:

- 1) отклоняющая система с замкнутым магнитопроводом (с железным сердечником) — в индикаторах ВО-01 и НО-02;
- 2) отклоняющая система открытого типа (без железного сердечника) — в индикаторах ПО-02.

Отклоняющую систему с замкнутым магнитопроводом образуют катушки с железным сердечником.

Отклоняющая система открытого типа выполнена в виде катушек, закрепленных на специальном каркасе.

Катушки отклоняющих систем питаются от генераторов развертки дальности и азимута (в индикаторах ВО-01, НО-02) или только от генератора развертки дальности (индикатор ПО-02).

Ток, питающий катушки, образует в горловине электрооптической трубки магнитное поле. Это поле отклоняет электронный луч на пути между фокусирующей катушкой и экраном трубки.

Пучок электронов, движущийся к экрану, имеет свойства проводника, по которому протекает постоянный ток. Так как проводник с током, находясь в магнитном поле, отклоняется этим полем в направлении, определяемом по правилу правой руки, то и пучок электронов будет также отклоняться магнитным полем катушек. Величина отклонения находится в прямой зависимости от величины тока, питающего катушки.

Катушки отклоняющих систем расположены перпендикулярно электронному лучу. Витки катушек распределены так, что в поперечном сечении горловины трубки получается равномерное магнитное поле.

Изображение на экране трубки может быть искажено в силу следующих причин:

— несовпадения центра отклонения с центром сферы экрана трубки;

— неоднородности отклоняющих полей;

— взаимодействия отклоняющих и фокусирующих полей.

Взаимодействие отклоняющих и фокусирующих полей уменьшается с увеличением расстояния между этими системами и компенсируется поворотом отклоняющей системы на некоторый угол вокруг оси трубки.

Отклоняющие системы с замкнутым магнитопроводом (рис. 10,б) состоят из катушек, обмотки которых расположены так, что каждая обмотка создаст равную часть магнитного потока.

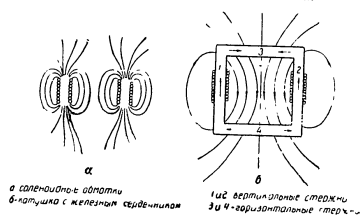


Рис. 10. Магнитное поле отклоняющей системы.

Отклоняющие системы без магнитного сердечника (рис. 11,а) состоят из катушек, у которых магнитные поля обмоток складываются таким образом, что образуют общее магнитное поле.

На рис. 10,а изображены две короткие соленоидные обмотки, расположенные параллельно на расстоянии, достаточном для прохода горловины электронолучевой трубки. Магнитное поле, образуемое этими катушками, будет параллельным. Благодаря симметричному расположению обмоток магнитное поле в горловине трубки тоже симметрично и почти однородно. При таком образовании

магнитного поля большая часть поля рассеивается и не участвует в отклонении электронного пучка.

Этот недостаток исключается при применении железного сердечника (рис. 10,б).

Железный сердечник способствует увеличению общего магнитного потока и помогает сконцентрировать магнитный поток в пучковой области.

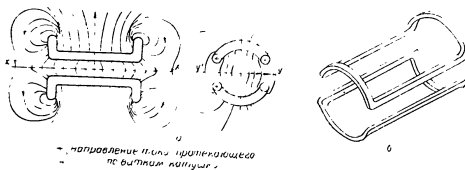


Рис. 11. Магнитное поле отклоняющей системы без магнитного сердечника и форма двух секций отклоняющей системы

Отклоняющая система без магнитного сердечника выполняется из двух обмоток, расположенных одна над другой по обеим сторонам горловины трубки и соединенных таким образом, что они образуют общее магнитное поле. На рис. 11,а и 11,б показаны вид магнитного поля этих катушек и форма обмоток.

А. Отклоняющая система с замкнутым магнитным проводом

На рис. 10,б показаны в разрезе типичная катушка с квадратным железным сердечником и форма магнитного поля. Магнитодвижущая сила таких полей имеет одинаковое направление в обеих стержнях сердечника (1, 2), поэтому верхняя часть сердечника (горизонтальный стержень 3) достигает более высокого магнитного потенциала, чем нижняя (горизонтальный стержень 4). Эта разность магнитных потенциалов заставляет поток протекать более или менее равномерно через воздушный зазор внутри сердечника, однако приблизительно 50—60% всего потока протекает вне зазора и не может быть использовано для отклонения электронного луча.

Токи отклоняющих катушек наводят вихревые токи в металлических частях самой отклоняющей системы и во всех металлических частях, расположенных поблизости от нее. Потери на вихревые токи в сердечнике сводят до минимума в результате набора сердечника из отдельных Г-образных пластин. Железный сердечник должен иметь магнитную проницаемость не менее 500. Материал сердечника должен обладать не только высокой магнитной проницаемостью, но и малой коэрцитивной силой (остаточный магнетизм), чтобы поле

катушки спадает до нуля к концу развертки. Если сердечник не размагнитится полностью при нулевом значении тока, то остаточное поле будет стремиться сместить исходную точку развертки. Поэтому в особо важных случаях сердечник изготавливается из отожженного пермаллоя.

Катушки, расположенные на противоположных стержнях, соединены навстречу друг другу так, что ток, проходящий по виткам катушек, создает в магнитопроводе потоки противоположных направлений. Так как обе катушки имеют одинаковое число витков, то суммарный поток в магнитопроводе равен нулю, а во внутреннем пространстве магнитопровода потоки рассеивания суммируются. Этот суммарный поток создает магнитное поле, которое и используется для отклонения электронного луча.

Обмотки отклоняющих катушек могут быть рассчитаны как на однопольное, так и на двухтактное включение. При однопольном включении один конец обмотки подключен к аноду выходной лампы, а другой конец — к шине $+300$ в. При двухтактном включении оба конца обмоток подключаются к анодам выходных ламп генераторов развертки азимута или дальности, а средняя точка — к шине $+300$ в.

В индикаторах станции применено двухтактное включение отклоняющих катушек. Каждая отклоняющая катушка состоит из двух половин. Каждая половина катушки, в свою очередь, состоит из двух секций. Обе половины катушки размещены на противоположных

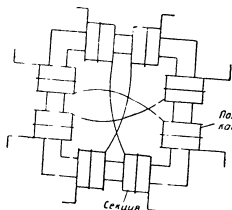


Рис. 12. Схема размещения и соединения отклоняющих катушек между собой.

стержнях, что поясняется рис. 12. Каждая секция состоит из двух обмоток — внутренней и внешней. Как внутренние, так и внешние обмотки в каждой половине катушки соединены последовательно. Обе половины катушек соединены между собой последовательно.

Общий вид катушек с замкнутым магнитопроводом, применяемых в индикаторах станции, показан на рис. 13.

Внешние обмотки, расположенные на вертикальных стержнях, питаются током одной лампы двухтактной схемы, и внутренние обмотки, расположенные на тех же стержнях, — током другой лампы. Такая же схема применена для питания обмоток, расположенных на горизонтальных стержнях. Токи, питающие внутренние и внешние

обмотки, направлены навстречу друг другу. Поэтому, если токи, протекающие через обе обмотки, будут равны, то отклоняющее поле будет отсутствовать. При различных по величине питающих токах будет создаваться отклоняющее магнитное поле, причем направление отклонения электронного луча будет зависеть от того, через какую из обмоток (внешнюю или внутреннюю) проходит больший ток. Различие в питающих токах вызывается различием по величине напряжений на управляющих сетках питающих ламп.

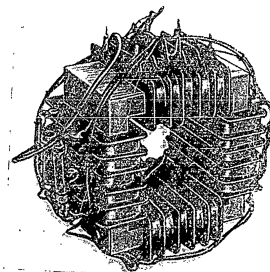


Рис. 13. Общий вид отклоняющей системы с железным сердечником.

Отклоняющая катушка с обмотками на одной паре стержней способна отклонять электронный луч вдоль одной из осей координат. Для получения отклонения электронного луча вдоль двух координатных осей катушки отклоняющей системы расположены на всех четырех стержнях сердечника. Катушки горизонтального и вертикального отклонения одинаковы.

Для получения неискаженного изображения секции отклоняющих катушек распределены неравномерно вдоль каркаса катушки по определенному закону.

Отклоняющая система, показанная на рис. 13, применяется для отклонения электронного луча в индикаторах ВО-01 и НО-02.

На рис. 14 показан общий вид отклоняющей системы, применяемой в индикаторе ПО-02 для смещения центра развертки (в режиме секторного обзора). Питание этой системы однопольное.

На рис. 15 и 16 приведены схемы соединения обмоток отклоняющих систем, применяющихся в индикаторах ВО-01, НО-02 и ПО-02, ПО-03.

Обмотки отклоняющей системы с замкнутым магнитопроводом включены в анодные цепи выходных ламп разверток азимута и дальности и в анодную цепь лампы, регулирующей величину смеще-

ния центра развертки на экране трубки. Изменение токов в анодных цепях ламп под воздействием напряжений на управляющих сетках приводит к изменению магнитных полей и в результате — к отклонению электронного луча под воздействием результирующего магнитного поля.

Для сдвига начала разверток на край экрана трубки в индикаторах ВО-01 и НО-02 используется одна из обмоток отклоняющей катушки, расположенной на вертикальных стержнях.

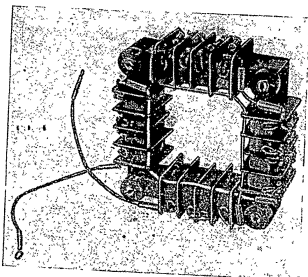


Рис. 14. Общий вид отклоняющей системы, применяемой для смещения центра в индикаторах кругового обзора.

Эта обмотка включается в анодную цепь специальной лампы, напряжение на управляющей сетке которой может регулироваться потенциометром, ось которого выведена в нишу и снабжена ручкой с надписью ГОРИЗ. СДВИГ. При изменении напряжения на управляющей сетке изменяется анодный ток этой лампы. Возникающим при этом результирующим магнитным полем и осуществляется сдвиг развертки. Направление магнитного поля определяет направление сдвига развертки.

Отклоняющая система смещения центра в индикаторе ПО-02 имеет по одной катушке на каждом из четырех стержней. Катушки секционированы, причем число витков в секциях одинаково. Катушки смещения центра развертки в индикаторе ПО-02 расположены вокруг отклоняющей системы. Обмотки, расположенные на противоположных стержнях, соединены навстречу друг другу так, что в магнитопроводе замкнутый результирующий магнитный поток равен нулю, а поля рассеивания складываются (рис. 16).

Сдвиг центра развертки по диаметру экрана трубки осуществляется в результате изменения напряжения на управляющей сетке регулирующей лампы.

Смещение центра развертки в любую точку по окружности экрана осуществляется механическим вращением отклоняющей системы вокруг оси трубки. Ручка вращения выведена на лицевую панель индикатора и снабжена надписью УСТАНОВКА СЕКТОРА.

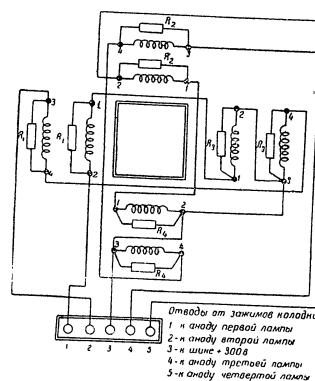


Рис. 15. Схема соединения обмоток отклоняющей системы индикаторов ВО-01 и НО-02.

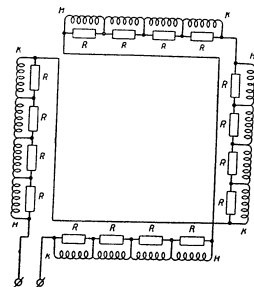


Рис. 16. Схема соединения обмоток отклоняющей системы, применяемой для смещения центра в индикаторах кругового обзора.

Регулирование тока осуществляется маломощными потенциометрами в сеточных цепях ламп.

Применение регулирующих электронных ламп создает благоприятные условия для гашения собственных паразитных колебаний в катушках. Эти колебания обусловлены переходными процессами, возникающими в моменты начала и конца развертки (наводка с отклоняющих катушек). В дополнение к этому для гашения колебаний необходимо шунтировать катушки постоянными сопротивлениями таким образом, чтобы затухание контура, состоящего из индуктивности катушки и ее распределенной емкости, было близко к критическому. Шунтирующие сопротивления $(R_1, R_2, R_3 \text{ и } R_4 \text{ на рис. 15})$ отклоняющих систем расположены непосредственно у регулирующих ламп, а шунтирующие сопротивления $(R \text{ на рис. 16})$ отклоняющей системы смещения центра развертки расположены непосредственно на катушках.

Регулирующая лампа должна иметь возможно большее сопротивление. Это условие удовлетворяется в случае применения лучевых тетродов с сопротивлениями, включенными в цепи катодов.

Время затухания возбужденных колебаний получается тем меньше, чем меньше индуктивность катушек. Поэтому ток, текущий через обмотки катушек, задается максимально допустимым.

Б. Отклоняющая система без железного сердечника

Отклоняющая система открытого типа применена в индикаторе ПО-02. Она выполнена из двух обмоток, расположенных одна над другой по обеим сторонам горловины электроннолучевой трубки. Каждая из обмоток состоит из двух секций, соединенных последовательно. Одна секция охватывается другой, так что одна секция по габаритам меньше, чем другая. Секции выполнены в виде сосредоточенных обмоток и располагаются лишь на части каркаса, а не по всей его поверхности. Форма двух секций изображена на рис. 11,б.

Обмотки соединены последовательно, укреплены на противоположных сторонах общего каркаса и вращаются с помощью следящей системы синхронно с вращением антенны. Оси обмоток перпендикулярны оси трубки.

Вид образующегося магнитного поля показан на рис. 11,а. На рис. 17 приведена схема соединения обмоток отклоняющей системы (без шунтирующих сопротивлений) индикаторов ПО-02 и ПО-03. Общий вид отклоняющей системы без железного сердечника приведен на рис. 18.

Применение отклоняющей системы без железного сердечника определяется некоторыми особенностями, отличающими ее от отклоняющей системы с замкнутым магнитопроводом.

Эти особенности заключаются в следующем:

1) Отклоняющая система без железного сердечника не искажает магнитное поле, создаваемое системой смещения центра развертки

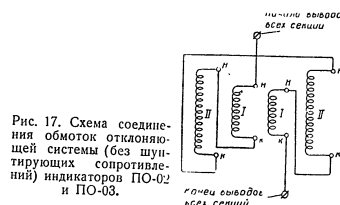


Рис. 17. Схема соединения обмоток отклоняющей системы (без шунтирующих сопротивлений) индикаторов ПО-02 и ПО-03.

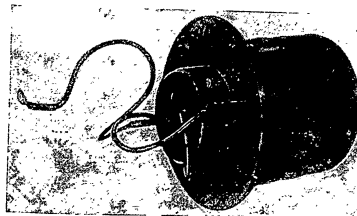


Рис. 18. Общий вид отклоняющей катушки без железного сердечника.

в индикаторе ПО-02. Поэтому возникла возможность выполнить отклоняющую систему открытого типа, окруженную другой (система смещения центра), более крупной по габаритам системой с железным сердечником. Система без сердечника вращается механически для получения кругового обзора. Система с сердечником используется в этом индикаторе для смещения центра развертки.

2) Система без сердечника, благодаря малой распределенной емкости и отсутствию секционных колебаний, может работать при значительно большей скорости развертки, чем система с сердечником.

3) Вес системы без сердечника значительно меньше.

4) Путем распределения витков в секции можно легко получить желаемую форму магнитного поля.

Как недостаток необходимо указать, что изготовление системы без сердечника значительно сложнее, чем системы с железным сердечником.

Отклоняющая система открытого типа питается от оконечного каскада схемы развертки дальности.

Отклоняющая система открытого типа обеспечивает отклонение луча лишь в одном направлении.

УСИЛИТЕЛИ

1. Широкополосный усилитель

На рис. 19 представлена схема широкополосного усилительного каскада. Основное назначение такого каскада — обеспечить неискаженное усиление кратковременных импульсов. Так как спектр частот кратковременных импульсов чрезвычайно широк, то широкополосный усилитель должен равномерно усиливать частоты от самых низких до очень высоких.

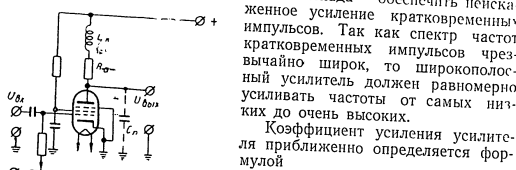


Рис. 19. Схема широкополосного усилителя.

где S — крутизна лампы;
 R_a — сопротивление анодной нагрузки лампы.

Основным недостатком обычных усилителей является снижение усиления на высоких частотах, когда начинает сказываться влияние паразитных емкостей C_p , сопротивление которых при увеличении частоты уменьшается. Поскольку эти емкости шунтируют анодное сопротивление лампы R_a , то коэффициент усиления снижается и уменьшается скорость нарастания фронта импульсов.

Чтобы уменьшить влияние паразитных емкостей, сопротивление R_a берут по возможности меньшим. Но так как при этом снижается

коэффициент усиления во всем диапазоне, то в широкополосных усилителях применяются лампы с большой крутизной S (пентоды), которые могут обеспечить более высокий коэффициент усиления.

Для компенсации шунтирующего влияния паразитных емкостей на высоких частотах последовательно с анодной нагрузкой включается корректирующая индуктивность L_k . Реактивное сопротивление индуктивности увеличивается с увеличением частоты и компенсирует уменьшение сопротивления анодной нагрузки. Этим достигается равномерность частотной характеристики в широком диапазоне частот.

Применение такой схемы (рис. 19) позволяет расширить полосу пропускания усилителя примерно в 1,5 раза.

Усиливаемые сигналы подаются обычно на управляющую сетку лампы, а катод ее заземляется (схема с заземленным катодом). Однако в некоторых случаях, например, если необходимо сохранить полярность сигнала, входное напряжение подается на катод; в этом случае заземляется управляющая сетка (схема с заземленной сеткой).

Чтобы не снижать величину усиления каскада, необходимо, чтобы выходное сопротивление схемы, являющейся источником усиленных импульсов, было значительно меньше, чем входное сопротивление усилителя. Этим обеспечивается максимальная передача импульса на вход усилителя.

В том случае, когда напряжение подается на сетку усилительной лампы, это условие выполняется, поэтому способ такой подачи входного сигнала более эффективен. Подача на катод применяется лишь в тех случаях, когда выходное сопротивление источника сигнала мало.

Характерной особенностью широкополосных усилителей, применяемых в индикаторной аппаратуре, является то, что на их вход всегда подаются односторонние импульсы. Это обуславливает выбор режима работы ламп усилителей. В индикаторной аппаратуре данной станции широкополосные усилители применяются для усиления отметок дальности и азимута, отраженных сигналов и сигналов опознавания. Так как все эти импульсы имеют положительную полярность, то усилители работают в классе усиления АВ, что позволяет лучшим образом использовать характеристику лампы.

2. Катодный повторитель

Катодный повторитель применяется для усиления мощности электрических сигналов с минимальным искажением. Характерная особенность схемы заключается в применении сильной отрицательной обратной связи, так что выходное напряжение полностью подается в противофазе во входную цепь схемы.

Схема простейшего катодного повторителя приведена на рис. 20. Входное напряжение, как и в обычном ламповом усилителе, подается непосредственно на сетку лампы. Сопротивление нагрузки вклю-

чно не в анодную, как в обычном усилителе, а в катодную цепь лампы.

Режим схемы при отсутствии внешних сигналов определяется постоянными напряжениями на сетке E_g , на аноде E_a и в катодной цепи лампы E_k . Эти напряжения определяют начальный анодный ток лампы и, следовательно, начальное значение выходного напряжения на катоде. Подача внешнего сигнала изменяет напряжение на сетке лампы и, следовательно, анодный ток и вызывает изменение напряжения на катодном сопротивлении.

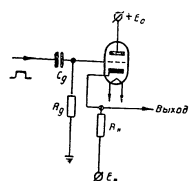


Рис. 20. Схема катодного повторителя.

Нормальный режим схемы катодного повторителя получается в том случае, когда ни при каких значениях напряжений на электродах лампа не запирается и не появляются сеточные токи лампы. Первое условие ограничивает минимальное значение напряжения на сетке лампы. Последнее условие выполнимо, пока напряжение на катоде лампы, а следовательно, на выходе схемы, выше, чем напряжение на сетке лампы. Следовательно, это условие ограничивает максимальное значение напряжения на сетке лампы.

Напряжение на катодном выходе схемы и его изменения определяются анодным током. Как известно, анодный ток лампы зависит от анодного и сеточного напряжений лампы. Для рассматриваемой схемы анодное напряжение можно с допустимой точностью считать постоянным, а сеточное напряжение в схеме определяется разностью напряжений между сеткой и катодом.

Так как подача внешнего сигнала на сетку вызывает одновременно изменение напряжения на катодном сопротивлении, то разность напряжений между сеткой и катодом даже при больших внешних сигналах меняется мало. Это обуславливает низкий коэффициент усиления катодного повторителя.

Расширение области изменения выходного напряжения может быть достигнуто путем увеличения E_a и уменьшения E_k . Однако величины этих напряжений ограничены предельно допустимыми для применяемого типа ламп значениями, поэтому практически единственным допустимым способом увеличения указанных пределов сводится к увеличению сопротивления катодной нагрузки.

Коэффициент усиления K катодного повторителя определяется зависимостью

$$K = \frac{1}{1 + D + \frac{1}{SR_k}},$$

где D — проницаемость лампы;
 S — крутизна ее характеристики;
 R_k — сопротивление нагрузки.

Из приведенной зависимости видно, что для катодного повторителя K всегда меньше единицы. Поэтому амплитуда переменного напряжения на выходе всегда получается меньше, чем на сетке лампы. Коэффициент усиления не является строго постоянным. Входящие в выражение параметры лампы — проницаемость D и в особенности крутизна характеристики S — зависят от анодного тока лампы. Чем ближе коэффициент усиления к единице, тем меньше колебания коэффициента усиления K . Поэтому необходимо применять лампы с возможно большей крутизной характеристики S и достаточно большое сопротивление катодной нагрузки.

Входное сопротивление катодного повторителя очень велико, значительно больше входного сопротивления обычного усилителя. Это объясняется тем, что сопротивление паразитной емкости сетка—катод и утечки, включенной между ними, значительно увеличивается благодаря тому, что напряжение на катоде близко к напряжению на сетке лампы.

Выходное сопротивление лампы, напротив, значительно ниже, чем у обычного усилителя, оно определяется по формуле:

$$R_{вых} \approx \frac{\frac{1}{S} R_k}{\frac{1}{S} + R_k},$$

откуда видно, что выходное сопротивление представляет собой параллельное соединение катодного сопротивления R_k и действующего сопротивления лампы переменному току $\frac{1}{S}$. Так как у ламп, применяемых обычно в схеме катодного повторителя, S больше единицы, то величина $\frac{1}{S}$ получается намного меньше, чем R_k , и, следовательно, выходное сопротивление получается очень малым.

Катодные повторители широко используются для передачи сигналов, особенно при передаче через высокочастотный кабель.

3. Усилитель с обратной связью

Усилитель с обратной связью применяется для безыскаженного усиления пилообразного напряжения развертки в индикаторной аппаратуре. Так как для питания отклоняющих катушек индикаторов необходимо иметь ток пилообразной формы, то задачей данного усилителя является также преобразование пилообразного напряжения в ток пилообразной формы. Схема усилителя с обратной связью приведена на рис. 21.

Отрицательная обратная связь в этой схеме осуществляется путем подачи части выходного напряжения, снимаемого с катодного сопротивления выходной лампы усилителя L_2 , на катод первой усилительной лампы L_1 . Фазы входного напряжения, действующего на

сетке лампы L_1 , и выходного, подаваемого на катод этой лампы, совпадают, поэтому лампа L_1 усиливает не напряжение, поступающее на ее вход, а разность входного и выходного напряжений. Такая схема дает возможность компенсировать искажения формы напряжения, вносимые лампами схемы.

Компенсация искажений входного напряжения происходит следующим образом: пусть вследствие нелинейности характеристики

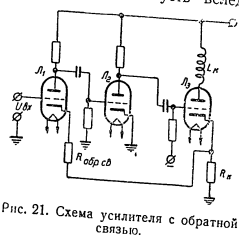


Рис. 21. Схема усилителя с обратной связью.

выходной лампы L_2 форма напряжения в анодной цепи этой лампы искажается. Предположим, что амплитуда этого напряжения несколько уменьшилась. Это искажение повторится на катодном сопротивлении R_k . Напряжение обратной связи, передаваемое на катод лампы L_1 , уменьшится. В результате разность напряжений между сеткой и катодом лампы увеличится, что приведет к увеличению входного напряжения. Таким образом, амплитудные искажения, внесенные лампой, будут скомпенсированы. Точно так же будут скомпенсированы и искажения формы тока.

Если вместо анодной нагрузки выходной лампы этого усилителя включить отклоняющую катушку электроннолучевой трубки, то ток, проходящий через катушку, будет следовать закону нарастания напряжения на катоде этой лампы. Поскольку такая схема дает искаженное повторение входного напряжения на катоде выходной лампы, то ток, проходящий через катушку L_k , будет повторять эту форму без искажений.

4. Парафазный усилитель с катодной связью

Парафазный усилитель представляет собой схему, позволяющую получить равные по величине и противоположные по полярности напряжения. Схема парафазного усилителя с катодной связью приведена на рис. 22. На вход такой схемы подается напряжение, например пилообразное, имеющее определенную полярность, а с выхода снимаются два усиленных симметричных напряжения.

Схема состоит из двух ламп, одна из которых является усиленной, а другая — инверсной. Обе лампы имеют общее катодное сопротивление R_k . Это сопротивление не шунтируется конденсатором, и лампа L_1 работает подобно катодному повторителю.

При подаче на сетку лампы L_1 пилообразного напряжения оно усиливается этой лампой и с анодной нагрузки будет снято усиленное напряжение с полярностью, противоположной входному. Анодный ток этой лампы протекает через сопротивление R и на нем будет

действовать напряжение, совпадающее по полярности с входным (в этой части схема подобна катодному повторителю).

Но так как сопротивление R_k является одновременно и катодным сопротивлением лампы L_2 , то пилообразное напряжение, действующее в ее катодной цепи, будет усиливаться этой лампой и с ее анодной нагрузки будет снято усиленное напряжение, совпадающее по полярности с напряжением на катодной нагрузке, а следовательно, и с входным.

Через сопротивление R_k протекает анодный ток обеих ламп и при определенной величине R_k падение напряжения на нем будет таково, что между сеткой и катодом каждой из ламп будет действовать напряжение, равное половине входного. Это обеспечивает равные выходные напряжения при выборе одинаковых ламп L_1 и L_2 .

В индикаторной аппаратуре парафазный усилитель применяется для питания отклоняющих катушек электроннолучевой трубки. В этом случае вместо анодных сопротивлений включаются обмотки отклоняющих катушек.

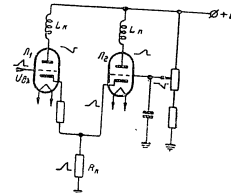


Рис. 22. Схема парафазного усилителя с катодной связью.

ФИКСИРУЮЩИЕ СХЕМЫ

1. Диодные ограничивающие схемы

Ограничивающие схемы применяются в тех случаях, когда необходимо ограничить амплитуду импульса любой формы на определенном уровне.

Существует большое число схем ограничения при помощи диодов.

На рис. 23 показана схема диодного ограничения положительно-го импульса параллельно включенным диодом.

К аноду лампы L_1 подключен анод ограничивающего диода L_d . На катод диода задается фиксирующее напряжение с движка потенциометра R_2 . Если на вход лампы L_1 подается отрицательный прямоугольный импульс, то на аноде лампы начинает расти напряжение. Скорость нарастания напряжения даже при мгновенном заперении лампы остается конечной, так как зависит от паразитной емкости анодной цепи C_a .

В момент, когда напряжение на аноде лампы L_1 достигает напряжения на катоде диода, последний отпирается и шунтирует лампу L_1 . На аноде диода благодаря его малому внутреннему сопротивлению по сравнению с сопротивлением анодной нагрузки и внутренним сопротивлением лампы, устанавливается напряжение, близкое к напряжению на катоде диода. Вследствие этого напряжение на

аноду лампы L_1 будет практически оставаться неизменным, несмотря на дальнейшее изменение напряжения на сетке лампы. Импульс в анодной цепи будет иметь плоскую вершину независимо от формы импульса, подаваемого на сетку лампы после отпирания диода.

Уровень ограничения определяется потенциалом катода диода и может регулироваться потенциометром R_2 . Фиксирующее напряжение будет тем стабильнее, чем меньше сопротивление потенциометра. Напряжение на катоде диода при отпирании его не остается строго неизменным, а изменяется за счет тока, проходящего через диод. Это изменение будет тем медленнее, чем больше емкость, шунтирующая потенциометр. При достаточно большой емкости конденсатора C_1 фиксируемое напряжение будет практически неизменным за время действия импульса, проходящего через диод. Чем меньше этот ток по сравнению с током, проходящим через потенциометр, тем стабильнее фиксируемое напряжение.

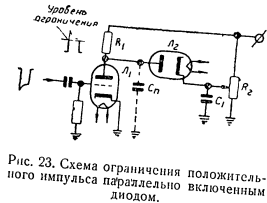


Рис. 23. Схема ограничения положительного импульса параллельно включенным диодом.

На рис. 24 показана схема диодного ограничения отрицательного импульса параллельно включенным диодом. В этом случае фиксирующее напряжение задается на анод диода, а катод его соединяется с анодом нормально запертой лампы L_1 .

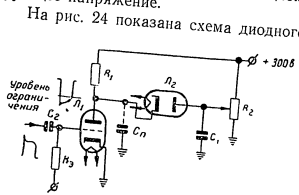


Рис. 24. Схема ограничения отрицательного импульса параллельно включенным диодом.

Когда оно достигнет напряжения отпирания диода, диод отпирется и зашунтирует лампу L_1 . На катоде диода, а следовательно, и на задаваемом на анод диода. Импульс в анодной цепи практически будет ограничен уровнем отпирания диода.

Схема ограничения используется также для уменьшения времени установления. В тех случаях, когда процесс изменения напряжения на аноде лампы определяется паразитной емкостью, изменение напряжения практически прекращается в момент отпирания фиксирующего диода.

Ограничивающие схемы обоих диодов применяются в цепях расширения блоков ПО-02, ПО-03 и ДА-01 для улучшения формы напряжения в интервалах между импульсами схем расширения. Рассматриваемые схемы сокращают время восстановления и увеличивают стабильность работы цепей расширения.

На рис. 25 представлена одна из разновидностей ограничивающей схемы с последовательно включенным диодом.

Постоянные напряжения на катод и анод диода L_2 подаются непосредственно с делителя, а через катодные повторители (лампы L_1 и L_3). Благодаря этому сопротивление делителей напряжения могут быть взяты очень большими, так как проходящий через них ток является постоянным и не зависит от величины подаваемых импульсов.

Постоянная составляющая напряжения на аноде диода может регулироваться потенциометром R_2 . Постоянная составляющая напряжения на катоде диода постоянна и определяется делителем напряжения, состоящим из сопротивлений R_1 и R_2 . Она получается или больше, или равной напряжению на аноде диода, следовательно, диод нормально заперт.

На сетку лампы L_1 подаются импульсы положительной полярности, которые повторяются на катоде этой лампы и, следовательно, на аноде диода с некоторым уменьшением амплитуды. Для того, чтобы эти импульсы передавались на катод лампы L_3 , диод L_2 должен быть отперт.

Диод отпирается во время импульса, когда напряжение на аноде диода превысит напряжение на его катоде. Изменяя начальную разность напряжений между анодом и катодом диода (задавая потенциометром R_2 через катодный повторитель L_1 напряжение на аноде диода L_2), можно установить тот или иной уровень отсечки подаваемого импульса.

Такой способ ограничения части импульса применяется в схемах смешивания и усиления масштабных отметок дальности и азимута. В случае, если необходимо полностью отсечь импульсы какой-либо полярности, применяется схема, изображенная на рис. 26 (при указанном включении диода схема предназначена для отсекаания отрицательных импульсов, при обратном включении диода могут отсекаются положительные импульсы).

Диод L_1 включен параллельно высокоомному сопротивлению R_1 . Во время отрицательного импульса диод отпирается и шунтирует сопротивление R_1 .

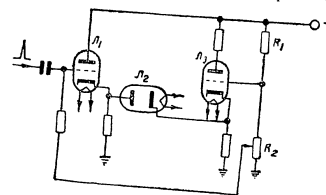


Рис. 25. Схема ограничения последовательно включенным диодом.

Амплитуда положительных импульсов определяется отношением сопротивлений

$$\frac{R_1}{R_2},$$

так как диод в это время заперт.

Амплитуда отрицательных импульсов определяется отношением сопротивлений,

$$\frac{R_{\text{диод}}}{R_2},$$

где $R_{\text{диод}}$ — сопротивление открытого диода.

Так как последовательное сопротивление R_2 намного больше сопротивления диода, то на выходе схемы получатся большие по амплитуде положительные импульсы и ничтожно малые отрицательные, причем чем меньше сопротивление диода, тем они меньше.

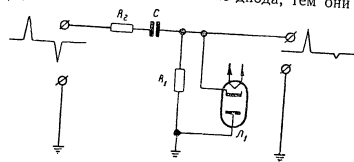


Рис. 26. Схема для отсекания отрицательных импульсов.

Такие схемы применяются в цепях, дающих двусторонний импульс, как, например, в схемах формирования запирающих импульсов (бланков) азимута в индикаторах ВО-01 и НО-02.

2. Схема восстановления постоянной составляющей

Схемы восстановления постоянной составляющей применяются для фиксации начального напряжения в цепях с разделительными конденсаторами на каком-либо уровне, устанавливаемом независимо от величины передаваемых импульсов.

Для того, чтобы иметь независимый уровень постоянных напряжений в различных точках схемы, элементы схем связываются через разделительные конденсаторы, пропускающие только переменное напряжение (рис. 27). Это особенно необходимо в усилителях

Конденсатор пропускает только переменную составляющую напряжения и изменяет свой заряд в соответствии со значением постоянной составляющей передаваемого напряжения. При этом сменная составляющая, как показано на эпорах, приведенных на рис. 28.

До прихода на вход схемы положительного импульса конденсатор заряжен напряжением E_0 , а напряжение на сопротивлении R равно нулю. С приходом импульса, поскольку конденсатор не может мгновенно зарядиться, напряжение на сопротивлении R резко

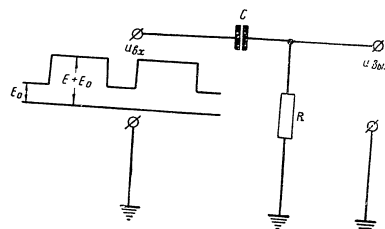


Рис. 27. Схема передачи положительных импульсов без восстановления постоянной составляющей.

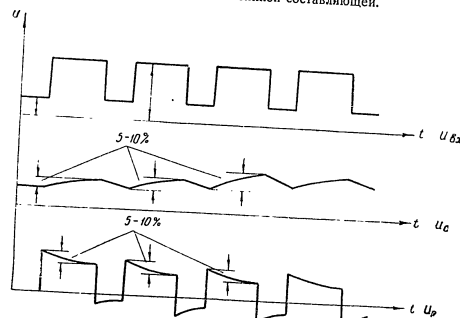


Рис. 28. Эпюры напряжений в схеме передачи положительных импульсов без восстановления постоянной составляющей.

увеличивается на величину амплитуды импульса E . Затем конденсатор начинает заряжаться через сопротивление R . Постоянная времени заряда конденсатора равна CR и обычно превышает длительность импульса не менее, чем в 10—20 раз. Поэтому на протяжении длительности импульса конденсатор успеет зарядиться на 5—10% от амплитуды импульса E . Напряжение на сопротивлении при этом

уменьшается на величину, равную приросту напряжения на конденсаторе. По окончании действия положительного импульса на сопротивлении R окажется отрицательное напряжение. В промежутке между импульсами конденсатор разряжается, но если время между импульсами меньше, чем длительность импульса, то конденсатор не успеет разрядиться до первоначального напряжения E_0 и на сопротивлении R к приходу следующего положительного импульса останется некоторое отрицательное напряжение. Поэтому к приходу следующего импульса начальный уровень изменится и станет ниже. Такое понижение начального уровня будет происходить до тех пор, пока конденсатор не зарядится на величину постоянной составляющей импульса, при этом начальный уровень станет ниже на величину постоянной составляющей.

Для того, чтобы зафиксировать определенный уровень постоянного напряжения за раздельным конденсатором, необходимо применить схему восстановления постоянной составляющей (схему фиксации уровня точки рис. 29). На рис. 30 изображены эпюры

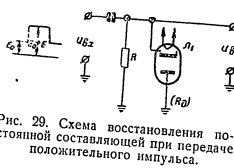


Рис. 29. Схема восстановления постоянной составляющей при передаче положительного импульса.

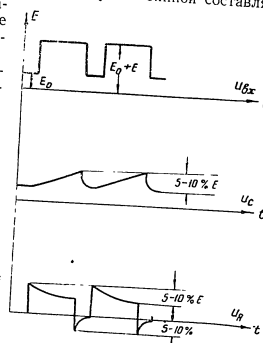


Рис. 30. Эпюры напряжений в схеме восстановления постоянной составляющей при передаче положительного импульса.

напряжений для случая передачи положительного импульса в такой схеме.

Во время действия на входе схемы положительного импульса диод D_1 заперт.

По окончании действия положительного импульса на сопротивлении R и на катоде диода окажется отрицательное напряжение, вследствие чего диод отпнется и ускорит разряд конденсатора.

Конденсатор при правильной работе схемы быстро разрядится через диод. Таким образом, к приходу следующего импульса напряжение на конденсаторе будет равным E_0 , т. е. будет фиксировано на первоначальном уровне, а напряжение на сопротивлении R будет снова равно нулю.

140

Аналогичная схема для передачи отрицательного импульса приведена на рис. 31, а эпюры напряжений в этой схеме — на рис. 32. При прохождении отрицательного импульса конденсатор зарядится, вследствие чего на аноде диода по окончании действия импульса потенциал будет выше, чем на катоде. Диод отпнется и конденсатор быстро разрядится через диод. На сопротивлении R установится первоначальный уровень напряжения.

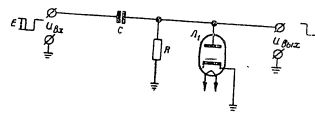


Рис. 31. Схема восстановления постоянной составляющей при передаче отрицательного импульса.

Постоянная времени разряда должна быть подобрана такой, чтобы к приходу следующего импульса конденсатор успел разрядиться. Если начальный уровень напряжения должен отличаться от нуля, как, например, в схеме усилителей, то используют делитель, задающий величину этого уровня.

На рис. 33 представлена схема восстановления постоянной составляющей с отрицательным опорным уровнем.

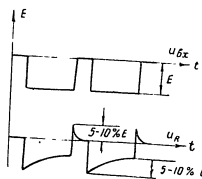


Рис. 32. Эпюры напряжений в схеме восстановления постоянной составляющей при передаче отрицательного импульса.

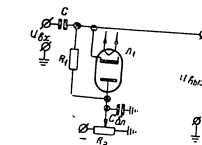


Рис. 33. Схема восстановления постоянной составляющей с отрицательным опорным уровнем.

Потенциометр R_2 , задающий опорное напряжение, шунтируется конденсатором. Последний необходим при разряде конденсатора через диод. Без конденсатора постоянная времени определялась бы сопротивлением потенциометра. Вследствие этого его сопротивление пришлось бы взять очень малым, чтобы цепь разряда конденсатора имела возможно более низкое сопротивление, что привело бы к большому потреблению тока от источника опорного напряжения.

141

Схемы восстановления постоянной составляющей находят себе применение в индикаторной аппаратуре в схемах разверток дальности, угла поворота антенны, в схемах смешивания масштабных отсчетов и др.

ГЕНЕРАТОРЫ ПРЯМОУГОЛЬНЫХ ИМПУЛЬСОВ

1. Симметричный генератор управляющих импульсов (триггер)

На рис. 34 представлена схема симметричного генератора управляющих импульсов. Цепи симметричного генератора управляющих импульсов не содержат других элементов, кроме сопротивлений.

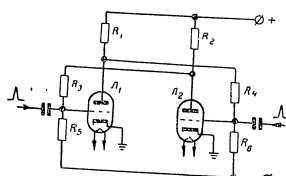


Рис. 34. Схема симметричного генератора управляющих импульсов.

Симметричный генератор управляющих импульсов в зависимости от амплитуды и знака внешних напряжений, подаваемых на сетки ламп, может находиться в двух состояниях равновесия:

- а) если на сетку лампы L_1 ранее был подан положительный импульс достаточной амплитуды, то лампа L_1 будет открыта, а лампа L_2 закрыта;
- б) если на сетку лампы L_1 ранее был подан отрицательный импульс достаточной амплитуды, то лампа L_1 будет закрыта, а лампа L_2 открыта. Оба состояния одинаково устойчивы.

Обычно в схеме генератора управляющих импульсов сопротивления R_1 берется равным R_2 , R_3 — равным R_4 , R_5 равным R_6 , так что обе лампы находятся в одинаковых условиях.

Сопротивления делителя R_1 и R_6 выбираются так, чтобы при запертой лампе L_1 на сетку лампы L_2 задавалось положительное напряжение. Тогда в лампе появится сеточный ток и напряжение на сетке лампы будет фиксироваться около нуля, так как сопротивление делителя R_6 окажется шунтированным очень малым сопротивлением сетки—катод лампы. Это обеспечивает малую зависимость напряжения на сетке L_2 , а следовательно, и на ее аноде от отклонений сопротивления R_1 и R_6 от выбранных значений.

Кроме этого, соотношение сопротивлений R_1 и R_6 делителя должно быть таким, чтобы при открытой лампе L_1 на сетке лампы L_2 было отрицательное напряжение, достаточное для запертия этой лампы.

Таким же образом накладываются условия на соотношение сопротивлений делителя R_3 и R_4 .

Симметричный генератор управляющих импульсов всегда находится в одном из двух возможных устойчивых состояний равновесия. Переход генератора управляющих импульсов из одного состояния равновесия в другое происходит следующим образом. Предпо-

ложим, что лампа L_1 заперта. Тогда лампа L_2 будет открыта. На сетку лампы L_1 из внешней цепи приходит положительный импульс и отпирает лампу L_1 , напряжение на аноде этой лампы начинает падать, что приводит к уменьшению положительного потенциала на сетке второй лампы. Это, в свою очередь, приводит к увеличению положительного потенциала на сетке лампы L_1 и т. д.

Процесс этот протекает лавинообразно и заканчивается полным отпиранием лампы L_1 и запираем лампу L_2 . Для обратного перехода необходимо подать на сетку лампы L_2 положительный импульс (или на сетку лампы L_1 — отрицательный). В результате возникнет новый лавинообразный процесс, который закончится отпиранием второй и запираем первой лампы.

Эпоны напряжений в схеме симметричного генератора управляющих импульсов показаны на рис. 35.

Параллельно сопротивлениям R_2 и R_4 часто включают конденсаторы небольшой емкости, чтобы увеличить крутизну фронта импульсов при переходе генератора управляющих импульсов из одного состояния равновесия в другое. При этом увеличивается надежность срабатывания схемы, а переход становится более резким.

Схема симметричного генератора управляющих импульсов применяется в индикаторной аппаратуре станции в каскадах формирования запирающих импульсов (бланка).

2. Генератор управляющих импульсов (триггер) уровня

На рис. 36 представлена схема генератора управляющих импульсов уровня (или полупериодного мультивибратора). Эта схема так же, как и схема симметричного генератора управляющих импульсов, имеет два устойчивых состояния равновесия, но в отличие от последней подача отпирающего напряжения производится в этой схеме только на сетку лампы L_1 и срабатывание происходит на определенном уровне отпирающего напряжения. Эпоны напряжений в этой схеме приведены на рис. 37.

До подачи отпирающего напряжения лампа L_2 открыта, что обеспечивает подбором сопротивлений R_1 , R_3 , R_4 . Ток этой лампы, протекая через общее катодное сопротивление обеих ламп R_5 , повышает напряжение на нем так, что лампа L_1 оказывается запертой в состоянии равновесия. Схема находится в одном из устойчивых состояний равновесия.

На сетку L_1 подается постепенно нарастающее напряжение (в индикаторной аппаратуре станции синусоидальное). Когда это напряжение достигнет потенциала отпирания этой лампы, лампа L_1 откроется, напряжение на ее аноде упадет. Это вызовет запирающее действие сопротивления R_5 уменьшится, и напряжение на общем катодном сопротивлении R_5 уменьшится, что будет поддерживать лампу L_1 в открытом состоянии. Процесс происходит лавинообразно и заканчивается полным запираем ламы L_2 и отпиранием L_1 , т. е. схема переходит в другое устойчивое состояние равновесия.

Если бы напряжение на сетке лампы L_1 оставалось неизменным, то схема могла бы оставаться в этом положении сколь угодно долго.

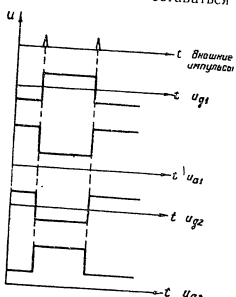


Рис. 35. Эпюры напряжений в схеме симметричного генератора управляющих импульсов.

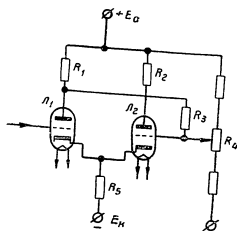


Рис. 36. Схема генератора управляющих импульсов уровня.

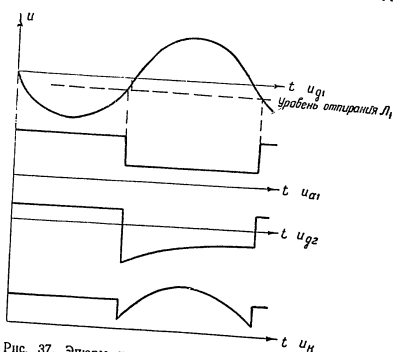


Рис. 37. Эпюры напряжений в схеме генераторов управляющих импульсов уровня.

го. Но так как в аппаратуре станции на схему подается синусоидальное напряжение, то в какой-то момент это напряжение понизится настолько, что не сможет поддерживать лампу L_1 в открытом состоянии.

Этот процесс произойдет на уровне несколько ниже, чем отпирание лампы L_1 . При этом лампа L_1 заперется, напряжение на ее аноде возрастет и отогреет лампу L_2 . Ток лампы L_2 поднимет напряжение на катоде, что обеспечит окончательное запертие лампы L_1 . Процесс происходит лавинообразно и заканчивается переходом схемы в исходное устойчивое состояние равновесия.

Уровень, при котором происходит срабатывание схемы, т. е. отпирание лампы L_1 , зависит от напряжения на общем катодном сопротивлении, а это напряжение, в свою очередь, зависит (при постоянной величине катодного сопротивления) от тока лампы L_2 . Ток лампы L_2 , когда она находится в открытом состоянии, можно регулировать изменением постоянного смещения на ее сетке потенциометром R_4 . Таким образом, потенциометром R_4 выбирается необходимый уровень срабатывания генератора управляющих импульсов.

Схема генератора управляющих импульсов уровня применяется в индикаторной аппаратуре станции в случаях необходимости резкого выделения момента, когда изменяющееся напряжение достигает определенного значения.

3. Схема расширения (кипп-реле) со смешанной связью

Схема расширения (однопериодный мультивибратор) со смешанной связью служит для получения П-образных импульсов стабильной регулируемой длительности с коэффициентом заполнения, достигающим 95%.

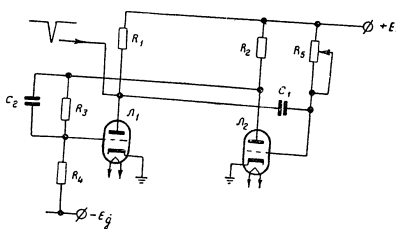


Рис. 38. Схема расширения со смешанной связью.

На рис. 38 представлена схема расширения со смешанной связью — одной емкостной и одной прямой связями. Эпюры напряжений в такой схеме приведены на рис. 39.

Схема имеет два состояния равновесия: устойчивое и временно устойчивое. При отсутствии внешних синхронизирующих импульсов схема расширения находится в длительно устойчивом состоянии.

Лампа L_1 открыта, так как на ее сетку задается некоторое положительное напряжение. Напряжение на ее аноде низкое. Это напряжение через делитель R_3 и R_4 передается на сетку лампы L_1 . Сопротивления R_3 и R_4 подобраны таким образом, чтобы при открытой лампе L_2 на сетке L_1 было отрицательное напряжение, достаточное для ее запертия. Поэтому до подачи внешних импульсов лампа L_1 заперта, и высокое положительное напряжение на ее аноде поддерживает лампу L_2 в открытом состоянии.

Высокое напряжение на сетке L_2 вызывает сеточные токи этой лампы, что обеспечивает независимость напряжения на сетке лампы от разброса сопротивлений. Конденсатор C_1 заряжен до напряжения источника анодного питания.

Внешний синхронизирующий импульс отрицательной полярности подается через конденсатор C_1 на сетку открытой лампы L_2 . Напряжение на сетке понижается, лампа запирается. Напряжение на ее аноде повышается и отпирает лампу L_1 . Соотношение сопротивлений делителя R_3 и R_4 должно обеспечивать сеточные токи лампы L_1 . Появляется анодный ток лампы L_1 , напряжение на ее аноде падает. Это падение напряжения через конденсатор C_1 передается на сетку лампы L_2 и запирает ее еще больше. Схема переведена из устойчивого состояния равновесия во временно устойчивое лавинное состояние.

Поскольку напряжение на аноде лампы L_1 упало, конденсатор C_1 медленно разряжается. Цепь разряда конденсатора — открытая лампа L_1 , корпус, источник анодного питания и сопротивление R_5 . При разряде конденсатора напряжение на сетке лампы L_2 повышается. Разряд будет происходить до тех пор, пока напряжение на сетке лампы L_2 не поднимется до потенциала ее отпирания.

С началом отпирания L_2 напряжение на ее аноде падает, что вызывает снижение напряжения на сетке L_1 . Лампа L_1 запирается, напряжение на ее аноде возрастает. Это возрастание напряжения через конденсатор C_1 передается на сетку лампы L_2 и увеличивает ее отпирание. Процесс протекает лавинообразно и заканчивается полным отпиранием лампы L_2 и запираем L_1 . Лампы вернулись в исходное состояние.

Поскольку напряжение на аноде лампы L_1 возросло, конденсатор C_1 заряжается сеточным током лампы L_2 через промежуток сетка—катод лампы L_2 , корпус, источник анодного питания и сопротивление R_1 . Наличие в цепи заряда сопротивления R_1 обуслов-

ливает медленный заряд конденсатора и, следовательно, медленное восстановление схемы в исходное состояние, что не позволяет в данной схеме получить высокий процент заполнения.

Длительность генерируемого импульса в схеме расширения определяется выражением

$$\tau = R_5 \cdot C_1 \cdot \ln \frac{E_g + \frac{R_1}{R_1 + R_4}}{E_g + E_{отпир}}$$

где R_1 — внутреннее сопротивление лампы L_1 ;
 $E_{отпир}$ — напряжение отпирания лампы L_2 ;
 R_3 и R_4 — сопротивления в схеме;
 E_g — напряжение сеточного смещения;
 C_1 — емкость конденсатора.

Длительность импульса, получаемого со схемы расширения, регулируется изменением постоянной времени цепи разряда конденсатора C_1 , а именно регулировкой сопротивления R_5 . Длительность импульса схемы расширения можно также регулировать изменением напряжения смещения E_g .

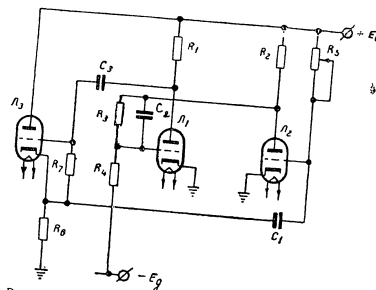


Рис. 40. Схема расширения с катодным повторителем.

Схема вырабатывает одновременно и положительные импульсы — в аноде L_1 и отрицательные — в аноде L_2 . Для получения возможно меньшего времени восстановления схемы необходимо ускорить заряд конденсатора C_1 в промежутке между импульсами. Для этого применяется схема расширения с катодным повторителем (рис. 40). Катодный повторитель ставится в цепи связи между анодом лампы L_1 и сеткой лампы L_2 . Заряд разделительного конденсатора в этом случае происходит через выходное сопротивление катодного повторителя, которое зна-

чительно меньше сопротивления R_1 . Вследствие этого время восстановления сокращается. В этом случае отрицательный импульс следует снимать с катода катодного повторителя.

Для увеличения крутизны фронта импульса сопротивление R_1 делителя напряжения, состоящего из сопротивлений R_2 и R_4 , шунтируется конденсатором C_2 небольшой емкости, порядка десяти пикофарад.

В тех случаях, когда необходимо минимальное время восстановления (для получения 95%-го заполнения), приходится принимать во внимание влияние паразитных емкостей на качество работы схемы, так как паразитные емкости вызывают увеличение времени срабатывания. В таких случаях применяются диоды в качестве ограничителей перепадов анодного напряжения.

4. Электронное реле (кипп-реле) уровня

Представленная на рис. 41 схема электронного реле уровня, также как и схема расширения, описанная в пункте 3, имеет два состояния равновесия: устойчивое и временно устойчивое. Переход из

устойчивого состояния равновесия во временно устойчивое и наоборот определяется уровнем напряжения, поступающего на сетку лампы L_1 . Длительность временно устойчивого состояния равновесия схемы определяется в основном соотношением напряжений на сетках ламп L_1 и L_2 , а также постоянной времени цепи C_1 и R_2 . Эпюры напряжений в этой схеме приведены на рис. 42.

Рис. 41. Схема электронного реле уровня.

Принцип работы схемы заключается в следующем: на сетку лампы L_1 поступает переменное напряжение, например синусоидальное. Сетка лампы L_2 находится под постоянным потенциалом, величина которого задается положением движка потенциометра R_4 , включенного между землей (корпусом) и источником анодного питания. Режим длительно устойчивого состояния равновесия соответствует положению, когда лампа L_2 открыта, а лампа L_1 закрыта. Запирание лампы обуславливается тем, что напряжение на общей катодной нагрузке (сопротивление R_3), определяемое током лампы L_2 , превосходит потенциал записания лампы L_1 . Величину этого напряжения можно регулировать в широких пределах, задавая различные напряжения на сетку лампы L_2 . Изменение напряжения на сетке лампы L_2 воспроизводится на катодной нагрузке, так как при за-

пертой лампы L_1 лампа L_2 работает в режиме обычного катодного повторителя.

При возрастании внешнего напряжения на сетке лампы L_1 в лампе возникает ток. Уровень внешнего напряжения, при котором начинает проходить ток через лампу L_1 , определяется уровнем напряжения на сетке лампы L_2 , устанавливаемым движком потенциометра.

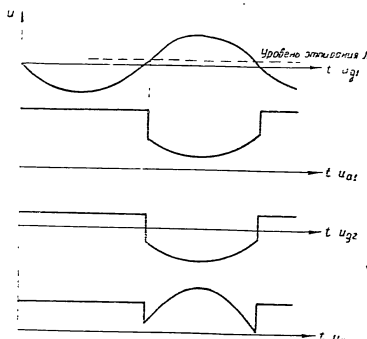


Рис. 42. Эпюры напряжений в схеме электронного реле уровня.

При отпирании лампы L_1 начнет понижаться напряжение на ее аноде. Отрицательный перепад напряжения на аноде лампы L_1 передается через конденсатор C_1 на сетку лампы L_2 и вызывает уменьшение ее анодного тока. Состояние, при котором оба триода открыты, является неустойчивым, так как уменьшение тока лампы L_2 под действием отрицательного перепада напряжения на аноде лампы L_1 вызовет уменьшение напряжения на общем катодном сопротивлении, что приведет к увеличению тока первой лампы L_1 . Последнее, в свою очередь, вызовет дальнейшее уменьшение напряжения на аноде лампы L_1 и увеличение отрицательного напряжения на сетке лампы L_2 . Процесс этот нарастает лавинообразно и заканчивается полным запиранием лампы L_2 и отпиранием лампы L_1 .

Длительность импульса электронного реле уровня зависит не от постоянной времени цепи разряда конденсатора C_1 , а от формы внешнего напряжения. По мере разряда конденсатора C_1 ток разряда уменьшается, что, в свою очередь, приводит к уменьшению отрицательного напряжения на сопротивлении R_2 , поддерживающего

лампу L_2 в запертом состоянии. Когда отрицательное напряжение на сопротивлении R_3 уменьшится и будет недостаточным для задержания лампы L_2 , то лампа будет поддерживаться в запертом состоянии падением напряжения на катодном сопротивлении R_3 , обусловленным током, проходящим через лампу L_1 под действием внешнего напряжения, подаваемого на ее сетку.

Переход схемы из одного состояния равновесия в другое произойдет тогда, когда внешнее напряжение упадет до уровня, близкого к уровню, соответствующему срабатыванию электронного реле уровня.

Когда напряжение на сетке лампы L_1 , а следовательно, и на катоде упадет, то через лампу L_2 вновь пойдет анодный ток, который увеличит падение напряжения на сопротивлении R_3 и тем самым начнет задерживать лампу L_1 . Увеличение напряжения на аноде лампы L_1 будет передаваться на сетку лампы L_2 , что приведет к дальнейшему увеличению анодного тока лампы L_2 .

Процесс будет протекать также лавинообразно и закончится запираем лампу L_1 и отпиранием лампы L_2 . Схема возвращается в исходное состояние.

Постоянная времени в цепи сетки L_2 выбирается такой, чтобы исключить возможность многократного срабатывания электронного реле уровня в то время, пока внешнее напряжение на сетке L_1 нарастает. Многократное срабатывание возможно в том случае, если постоянная времени цепи разряда конденсатора C_1 окажется малой, разряд происходит быстро, напряжение на сетке L_2 повысится, а напряжение на катоде еще не достигнет величины, которая была бы достаточной для поддержания L_2 в запертом состоянии. Тогда L_2 отпирется и схема лавинообразным процессом будет возвращена в исходное состояние. Поскольку напряжение на сетке L_1 выше уровня ее отпирания, лампа L_1 вторично сработает и так далее.

Чтобы обеспечить правильную работу электронного реле уровня, т. е. обеспечить срабатывание его только один раз в определенный момент каждого периода внешнего напряжения, необходимо, чтобы постоянная времени цепи сетки L_2 была больше времени нарастания внешнего напряжения на величину, обеспечивающую надежное запираем лампы L_2 внешним напряжением, поступающим на сетку L_1 .

В то же время, длительность и амплитуда импульса на сетке L_2 не должна быть больше длительности и амплитуды полного периода внешнего напряжения, иначе длительность импульса будет определяться параметрами схемы, а не внешним напряжением. В этом случае схема превращается в схему электронного реле с катодной связью.

ЖДУЩИЙ БЛОКИНГ-ГЕНЕРАТОР

Ждущий блокинг-генератор представляет собой генератор кратковременных импульсов, генерируемых только под воздействием внешних сигналов синхронизации.

150

Схема ждущего блокинг-генератора приведена на рис. 43, а эпюра напряжения на сетке его лампы — на рис. 44.

В анодную и сеточную цепи лампы блокинг-генератора включены две из обмоток блокинг-трансформатора (вторая и третья), что обуславливает жесткую обратную связь анодной и сеточной цепей. Появление тока в одной из обмоток блокинг-трансформатора вызывает появление напряжения на всех обмотках. Знак этих напряжений зависит от направления включения обмоток.

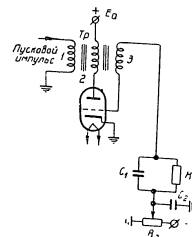


Рис. 43. Схема ждущего блокинг-генератора.

На первую обмотку блокинг-транс-

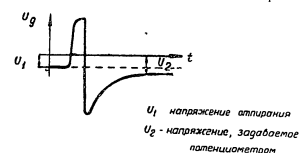


Рис. 44. Эпюра напряжения на сетке ждущего блокинг-генератора.

форматора подается внешний пусковой импульс, который передается на третью обмотку этого трансформатора, подключенную к сетке лампы. Первая и третья обмотки включены так, чтобы внешний пусковой импульс создавал на сетке импульс положительной полярности.

Когда пусковые импульсы отсутствуют, лампа блокинг-генератора заперта отрицательным смещением, задаваемым потенциометром R_3 .

С приходом пускового импульса лампа отпирается и в ее анодной цепи появляется ток. Вторая обмотка блокинг-трансформатора (в анодной цепи лампы) включена таким образом, чтобы увеличение анодного тока, проходящего через эту обмотку, вызвало повышение потенциала на сетке лампы. В этом случае возникновение тока в анодной цепи вызовет повышение потенциала на сетке лампы, что приведет, в свою очередь, к дальнейшему увеличению анодного тока лампы и к повышению потенциала на сетке. Будет происходить лавинообразное нарастание анодного тока и напряжения на обмотках трансформатора. Когда потенциал сетки повысится до потенциала катода, возникнет сеточный ток, который также нарастает лавинообразно. Лавинообразный процесс заканчивается, когда сеточные токи достигают значений анодного тока.

С этим происходят более медленные изменения анодного тока и напряжений на обмотках трансформатора. Сеточный ток заряжает конденсатор C_1 .

Увеличение заряда конденсатора C_1 вызывает понижение потенциала сетки. Рабочая точка на динамической характеристике лам-

151

пы смещается, достигая через некоторый промежуток времени участка, где вновь появляются условия для лавинообразного изменения токов и напряжений. Анодный ток начинает уменьшаться. Уменьшение анодного тока вызывает понижение потенциала сетки лампы, что приводит к дальнейшему уменьшению анодного тока лампы и, в свою очередь, к дальнейшему понижению потенциала сетки. Происходит лавинообразный процесс, приводящий к полному запариванию лампы.

На сетке лампы остается большое отрицательное напряжение, обусловленное зарядом конденсатора C_1 . Затем конденсатор C_1 медленно разряжается через сопротивление R_1 . Сетка лампы через промежуток времени, приблизительно определяемый постоянной времени $R_1 C_1$, приобретает начальный потенциал, задаваемый потенциометром R_2 .

Лампа остается запортой до момента прихода следующего пускового импульса.

Постоянная времени $C_1 R_1$ в цепи сетки выбрана такой, чтобы обеспечивалось полное установление схемы к моменту прихода очередного пускового импульса. Величина постоянной времени $C_1 R_1$ обуславливает максимальную частоту пусковых импульсов.

Длительность импульсов блокинг-генератора определяется в основном параметрами блокинг-трансформатора. Длительность импульсов в индикаторной аппаратуре составляет 0,8—1,2 мксек.

Если отрицательное запирающее смещение на сетке лампы блокинг-генератора отсутствует (движок потенциометра R_2 стоит в крайнем левом положении), то схема, приведенная на рис. 43, превращается в схему самовозбуждающегося блокинг-генератора. Формирование импульсов происходит в такой схеме так же, как и в схеме ждущего блокинг-генератора. Однако генерирование импульсов может происходить без воздействия внешних сигналов. По окончании действия импульса лампа остается запортой некоторое время вследствие падения напряжения на сеточном сопротивлении, обусловленном током разряда конденсатора C_1 . Это напряжение убывает по экспоненциальному закону, по мере разряда конденсатора C_1 .

Если пусковые импульсы отсутствуют, то через промежуток времени, приблизительно определяемый постоянной времени $C_1 R_1$, напряжение на сетке достигнет потенциала отпирания лампы, лампа отпирается, в анодной цепи возникает ток и происходит формирование импульса, как и в схеме ждущего блокинг-генератора. Таким образом, частота генерирования импульсов самовозбуждающегося блокинг-генератора определяется постоянной времени сеточной цепи. Эюра напряжения на сетке самовозбуждающегося блокинг-генератора приведена на рис. 45.

Если на обмотку трансформатора подаются пусковые импульсы, частота которых несколько выше или приблизительно кратна частоте самовозбуждающегося блокинг-генератора, то лампа блокинг-генератора отпирается пусковым импульсом раньше, чем напряжение на сетке лампы достигнет напряжения отпирания лампы.

152

В зависимости от соотношения амплитуды импульса синхронизации и напряжения на конденсаторе схема генерирует импульсы либо с приходом каждого пускового импульса, либо с периодом, кратным интервалу времени между двумя импульсами синхронизации.

На рис. 46 изображена эюра напряжения генерируемых импульсов с соотношением периодов 3:1.

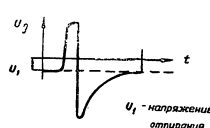


Рис. 45. Эюра напряжения на сетке самовозбуждающегося блокинг-генератора.

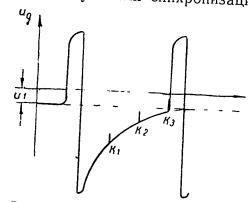


Рис. 46. Эюра напряжения на сетке самовозбуждающегося блокинг-генератора с внешней синхронизацией. u_1 — напряжение отпирания, R_1 , R_2 , R_3 — импульсы синхронизации.

СХЕМА ЗАДЕРЖКИ (ФАНТАСТРОН)

Схема задержки предназначена для создания кратковременного импульса напряжения, задержанного во времени относительно пускового импульса, подаваемого на вход схемы. В схеме задержки по типу фантастрона, применяемой в индикаторной аппаратуре станций, применен пентагид 6А7 (рис. 47).

Эта лампа имеет пять сеток, из которых две — сетка 1 и сетка 3 — являются управляющими. Сетка 1 имеет большее управляющее влияние на ток лампы, так как она расположена ближе к катоду; сетка 3 является дополнительной. Сетки 2 и 4 соединены между собой внутри лампы. Они являются экранирующими сетками и на них подается высокое положительное напряжение. Сетка 5 — защитная и в схеме соединяется с катодом. Наличие двух управляющих сеток делает возможным такой режим работы лампы, когда напряжение на сетке 1 положительно относительно катода и лампа отперта, но напряжение на сетке 3 относительно катода отрицательно и анодного тока лампы нет. Весь ток лампы в этом случае проходит через экранирующие сетки 2—4.

На рис. 48 представлена схема задержки. Она состоит из трех ламп (часто считают, что в схему задержки входит также выходной блокинг-генератор, формирующий кратковременный импульс большой амплитуды, являющийся задержанным пусковым импульсом). Основным является лампа L_1 . Лампа L_2 является диодом, фиксирующим напряжение на аноде лампы L_1 , когда анодного тока лампы

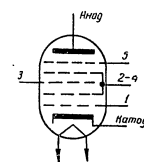


Рис. 47. Схема пентагрида 6А7.

153

J_1 нет; при этом через сопротивление R_4 , диод J_2 и сопротивления R_5 и R_6 протекает ток, который устанавливает определенный потенциал на аноде J_1 . Это падение напряжения зависит от потенциала катода диода J_2 и может регулироваться потенциометром R_9 . Лампа J_2 — катодный повторитель.

До подачи пусковых импульсов на сетке 1 лампы J_1 устанавливается положительное напряжение относительно катода. Это обусловлено подключением сопротивления утечки сетки R_3 к источнику анодного напряжения. Через катодное сопротивление R_6 течет ток, устанавливающий на катоде J_1 положительное напряжение.

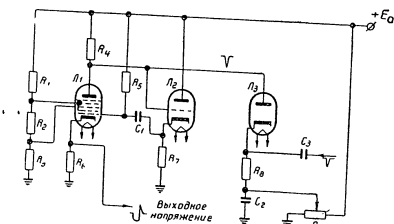


Рис. 40. Схема задержки (фантастра).

Режим лампы J_1 зависит от потенциалов на экранирующей и дополнительной управляющей сетках. Эти потенциалы устанавливаются делителем напряжения, состоящим из сопротивлений R_1 , R_2 и R_3 . Напряжение на сетке 3 выбирается таким, чтобы напряжение на катоде J_1 до подачи пускового импульса было больше, чем напряжение на сетке 3 на величину, достаточную для запирающего анодного тока лампы. Анодный ток нет. Напряжение на аноде определяется положением движка потенциометра R_9 .

На сетку катодного повторителя J_2 подается напряжение с анода лампы J_1 . Так как лампа J_1 по анодному току заперта, то на сетке катодного повторителя, а следовательно, и на катодном сопротивлении R_6 устанавливается высокое положительное напряжение. Конденсатор C_1 заряжается до напряжения, близкого к разности между напряжением на сетке 1 лампы J_1 и напряжением на катоде J_2 , определяемом в конечном счете потенциометром R_9 .

Отрицательный пусковой импульс поступает через диод J_2 , вызывает уменьшение тока лампы J_1 , протекающего через катодное сопротивление R_6 , а следовательно, и уменьшение напряжения на катоде J_1 . Амплитуда пускового импульса должна быть достаточной, чтобы падение напряжения на катоде J_1 вызвало отпирание по дополнительной сетке 3 и появление анодного тока J_1 .

Появление анодного тока вызывает уменьшение напряжения на аноде J_1 , это уменьшение напряжения через катодный повторитель J_2 и конденсатор C_1 снижает напряжение на сетке 1, еще больше уменьшая напряжение на катоде, что, в свою очередь, поддерживает увеличение анодного тока и уменьшение анодного напряжения. Процесс этот протекает лавинообразно и заканчивается, когда установится равновесие между приращением анодного тока и уменьшением общего тока.

Конденсатор C_1 начинает медленно разряжаться через сопротивление R_7 , корпус, источник анодного питания и сопротивление R_5 . По мере разряда конденсатора напряжение на сетке 1 лампы J_1 повышается. В это время лампа J_1 работает как усилитель и повышение напряжения на управляющей сетке вызывает соответствующее дальнейшее увеличение анодного тока и понижение напряжения на аноде. Процесс разряда конденсатора C_1 продолжается до тех пор, пока вследствие перераспределения электронного потока между экранирующей сеткой 2—4 и анодом лампы J_1 не прекратится увеличение анодного тока. Скорость разряда конденсатора определяется величиной динамической емкости конденсатора C_1 , которая, в свою очередь, определяется коэффициентом усиления лампы J_1 .

После этого снова возникают условия для лавинообразного процесса.

Анодный ток лампы J_1 уменьшается. Это вызывает увеличение напряжения на аноде, а следовательно, и на сетке 1 лампы J_1 . Повышение напряжения на сетке 1 вызывает увеличение напряжения на катоде, что еще сильнее запирает анодный ток лампы. В результате этого лавинообразного процесса анодная цепь лампы J_1 полностью запирается.

При этом напряжение на аноде повышается до первоначального значения, устанавливаемого потенциометром R_9 ; повышается и напряжение на катоде катодного повторителя J_2 . Конденсатор C_1 заряжается интенсивным сеточным током лампы J_1 через катодный повторитель J_2 , промежуток сетка—катод лампы J_1 и сопротивление R_6 . Поскольку сопротивления цепи заряда малы, то заряд конденсатора, а следовательно, восстановление схемы в исходное состояние происходит весьма быстро. Скорость скачкообразных изменений напряжения в схеме определяется паразитными емкостями схемы.

Выходной импульс снимается с катода лампы J_1 . Участок спада этого импульса запускает ждущий блокинг-генератор, который вырабатывает импульс, задержанный относительно пускового на время длительности импульса схемы задержки. Регулировка величины задержки производится изменением длительности импульса схемы задержки. Это осуществляется потенциометром R_9 , который через диод J_2 регулирует величину напряжения на аноде запорной лампы J_1 , а следовательно, величину напряжения, до которого заряжается конденсатор C_1 в промежутках между импульсами. Так как конденсатор C_1 разряжается во время импульса с почти постоянной скоростью до одного и того же потенциала, то изменение величины заряда конденсатора вызывает изменение длительности

сти импульса. Изменения амплитуды импульса связаны с изменением величины напряжения на движке потенциометра почти идеальной линейной зависимостью.

Эпо́ры напряжений в схеме фантастрона приведены на рис. 49.

ГЕНЕРАТОР ПИЛООБРАЗНОГО НАПРЯЖЕНИЯ СО СЛЕДЯЩЕЙ СВЯЗЬЮ

Для создания пилообразного напряжения развертки в индикаторной аппаратуре применяется генератор со следящей обратной связью.

На рис. 50 представлена простейшая схема генератора пилообразного напряжения. Как видно из схемы, при отсутствии сигнала лампа L_1 открыта, так как ее сетка соединена с источником анодного питания через высокоомное сопротивление R_1 . Напряжение на анод лампы L_1 подается через высокоомное сопротивление R_2 .

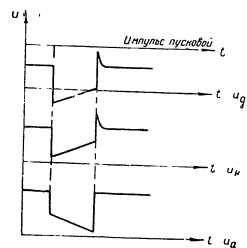


Рис. 49. Эпо́ры напряжений в схеме задержки.

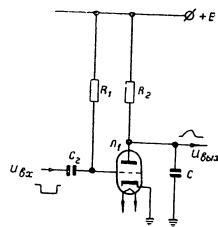


Рис. 50. Схема простейшего генератора пилообразного напряжения.

На аноде лампы, а следовательно, и на конденсаторе фиксируется постоянное напряжение. Поскольку лампа полностью открыта, величина этого напряжения незначительна.

Когда на сетку лампы L_1 поступает отрицательный прямоугольный импульс, лампа запирается и конденсатор начинает заряжаться через сопротивление R_2 . Напряжение на конденсаторе увеличивается, стремясь достигнуть потенциала источника анодного питания. Величина тока заряда конденсатора определяется величиной сопротивления R_2 и разностью потенциалов между напряжением источника анодного питания и напряжением на конденсаторе. В описываемой схеме эта разность по мере заряда конденсатора уменьшается и, следовательно, уменьшается зарядный ток. Напряжение на конденсаторе нарастает по экспоненциальному закону. Постоянная времени цепи заряда определяется величиной сопротивления R_2 и емкостью конденсатора C .

С прекращением действия на сетке лампы отрицательного импульса лампа открывается и конденсатор C разряжается через лампу. Постоянная времени в этом случае будет определяться сопротивлением лампы L_1 и емкостью конденсатора C . Поскольку сопротивление R_2 всегда во много раз больше сопротивления открытой лампы L_1 , то разряд конденсатора протекает значительно быстрее его заряда. На рис. 51 приведены эпо́ры напряжений на входе схемы и на конденсаторе C .

Обычно в индикаторных устройствах станции требуется большая линейность пилообразного напряжения. В описанной схеме нелинейность выходного напряжения значительно больше допустимой. Увеличить линейность можно двумя способами.

Поскольку рост напряжения между обкладками конденсатора подчиняется в начале заряда почти линейному закону, то заряд конденсатора можно ограничить начальным участком и получить достаточно линейно возрастающее напряжение. Такой способ повышения линейности весьма неэффективен, так как коэффициент использования питающего напряжения очень низок (3—5%).

Второй способ заключается в заряде конденсатора током постоянной величины. Это можно осуществить в схеме со следящей емкостной связью, изображенной на рис. 52. Эпо́ры напряжений в этой схеме показаны на рис. 53.

Последовательно с зарядным сопротивлением R_2 в этой схеме включен диод (лампа L_2), заряд конденсатора производится через сопротивление R_2 и диод. Катод диода связывается через конденсатор C_1 с выходным катодным повторителем пилообразного напряжения лампой L_3 .

Емкость конденсатора C_1 в 80—100 раз больше, чем емкость конденсатора C . Конденсатор C_1 заряжается через диод (лампа L_2) до напряжения источника питания и при заряде и разряде конденсатора C не успевает сколько-нибудь заметно изменить свой заряд, так как его емкость значительно больше емкости конденсатора C .

Разрядная лампа L_1 нормально открыта, так как на ее сетку подано положительное напряжение. При этом напряжение на ее ано-

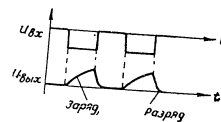


Рис. 51. Эпо́ры напряжений в схеме простейшего генератора пилообразного напряжения.

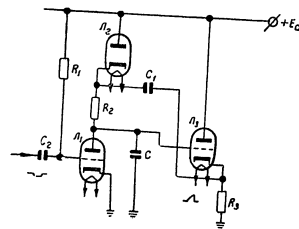


Рис. 52. Схема генератора пилообразного напряжения со следящей емкостной связью.

де и, следовательно, на конденсаторе C и на сопротивлении R_2 катодного повторителя очень мало. Напряжение на сопротивлении R_2 определяется разностью потенциалов на катоде лампы L_2 и на аноде разрядной лампы L_1 .

Когда на сетку лампы L_1 поступает отрицательный прямоугольный импульс, лампа L_1 запирается и конденсатор C начинает заряжаться через лампу L_2 и сопротивление R_2 . Напряжение на конденсаторе C растет, что вызывает увеличение напряжения на катодном сопротивлении R_2 лампы L_2 . Так как емкость конденсатора C_1

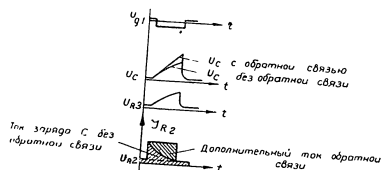


Рис. 53. Эпюры напряжений в схеме генератора пилообразного напряжения со следящей емкостной связью.

очень велика, то при повышении напряжения на сопротивлении R_2 его заряд практически не изменяется и увеличение напряжения полностью передается на катод диода, который ранее имел потенциал источника питания. Потенциал катода диода становится выше потенциала анода вследствие подачи на него дополнительного напряжения через конденсатор C_1 и диод запирается. Всякое последующее увеличение напряжения на конденсаторе C , а следовательно, и на аноде лампы L_1 , сопровождается таким же увеличением напряжения на катоде диода L_2 .

Таким образом, напряжение на сопротивлении R_2 , определяемое разностью потенциалов на аноде лампы L_1 и на катоде лампы L_2 , остается все время постоянным и равным первоначальному напряжению на этом сопротивлении. Это обеспечивает постоянство тока, заряжающего конденсатор C , что обуславливает линейный закон изменения напряжения на конденсаторе C .

Линейность пилообразного напряжения можно регулировать изменением величины компенсирующего напряжения, снимаемого с катода лампы катодного повторителя. В этих случаях сопротивление R_2 выполняется в виде потенциометра, движок которого связан с конденсатором C_1 . В зависимости от положения движка потенциометра на катод диода (лампы L_2) будет подаваться то или иное значение компенсирующего напряжения, определяющее изменение во времени зарядного тока и, следовательно, форму пилообразного напряжения.

ГЕНЕРАТОР СИНУСОИДАЛЬНЫХ КОЛЕБАНИЙ С КАТОДНОЙ СВЯЗЬЮ

В генераторе с катодной связью синусоидальные колебания (на частоте анодного контура) возникают благодаря тому, что контур шунтирован отрицательным сопротивлением, роль которого выполняет двойной триод с цепью катодной связи. Принципиальная схема генератора с катодной связью изображена на рис. 54.

Постоянные значения напряжений, задаваемые на сетки ламп с делителя напряжения, определяют режим каждой из ламп.

Переменное синусоидальное напряжение с контура на сетку лампы L_1 подается через конденсатор C . Если это напряжение невелико, то оно будет воспроизведено почти без искажений на катоде лампы L_1 и передано через сопротивление связи R на катод лампы L_2 . Это напряжение так управляет током лампы L_2 , что в контуре устанавливаются незатухающие колебания. Действительно, увеличение напряжения на контуре повышает напряжение на сетке L_1 . Это вызывает увеличение напряжения на катоде L_1 , и через сопротивление катодной связи R — на катоде L_2 . При повышении напряжения на катоде анодный ток лампы L_2 уменьшается. Это приводит к увеличению напряжения на контуре; уменьшение же напряжения на контуре вызывает через цепь катодной связи увеличение анодного тока лампы L_2 и, следовательно, уменьшение напряжения на контуре.

Таким образом, в данной схеме действует положительная обратная связь, благодаря которой в контур вносятся дополнительные энергии, поддерживающие колебания. Величина вносимой в контур энергии в основном определяется сопротивлением связи R и выбирается такой, чтобы за полный период колебания в контур вносилось больше энергии, чем рассеивается в нем.

При малых амплитудах колебаний лампа L_1 работает без отсечки и энергия вносится в контур в течение всего периода соответственно закону изменения напряжения на контуре. Если амплитуда колебаний контура велика, то лампа L_1 начнет работать с отсечкой и будет заперта некоторую часть отрицательного полупериода. В этом случае, когда лампа L_1 заперта, энергия в контур не может вноситься.

Пока амплитуда колебаний мала, вносимая в контур энергия обеспечивает непрерывный рост амплитуды (лампа L_1 открыта в течение всего периода). По мере возрастания амплитуды колебаний угол отсечки анодного тока лампы L_1 растет. При этом энергия, вносимая в контур за один период колебаний, уменьшается. Когда

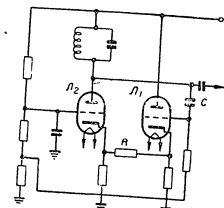


Рис. 54. Схема генератора с катодной связью.

энергия, вносимая в контур, становится равной рассеиваемой энергии, рост амплитуды колебаний прекращается. Устанавливаются незатухающие колебания с постоянной амплитудой.

Отличительной особенностью описанной схемы является отсутствие реактивных элементов (емкостей или индуктивностей) в цепи обратной связи. Это уменьшает влияние цепи обратной связи на частоту контура, вследствие чего повышается стабильность частоты генерируемых колебаний. Схема генератора с катодной связью отличается от других простейших схем отсутствием резких изменений тока, проходящего через контур, за период (например, из-за сеточных токов). Это определяет малое отклонение формы напряжения на контуре от синусоиды.

КАТОДНЫЙ ДЕТЕКТОР

Катодный детектор в отличие от обычного диодного детектора не нагружает цепь, напряжение которой детектируется. Заряд накопительного конденсатора детектора осуществляется не за счет нагрузки цепи переменного тока, а за счет анодного тока лампы. Принципиальная схема катодного детектора изображена на рис. 55.

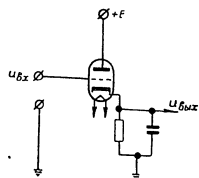


Рис. 55. Схема катодного детектора.

При увеличении входного переменного напряжения на сетке происходит заряд включенного в катод конденсатора за счет анодного тока лампы. При уменьшении входного напряжения лампа заперта (как и при работе диода) и конденсатор несколько разряжается на шунтирующее его сопротивление, сохраняя напряжение близким к амплитудному значению подаваемого на сетку напряжения. При последующем отпирании лампы входным переменным напряжением, более высоким, чем напряжение на конденсаторе, конденсатор подзарядается до большего или меньшего значения при изменении амплитуды подаваемого напряжения. Эпоны напряжений в схеме катодного детектора изображены на рис. 56.

Емкость накопительного конденсатора катодного детектора не должна быть выбрана такой, чтобы даже при наиболее быстрых возрастаниях напряжений заряд конденсатора происходил без сеточных токов.

Катодный детектор применяется в индикаторной аппаратуре станции в цепи выработки азимутальных отметок для детектирования напряжения синхронно-следящей передачи.

УПРАВЛЯЕМЫЙ ВЫПРЯМИТЕЛЬ

Управляемый выпрямитель (резольвер) предназначен для преобразования синусоидального напряжения в постоянное или медленно меняющееся напряжение, величина которого определяется ам-

плитудой входного синусоидального напряжения, а знак — фазой управляющего напряжения

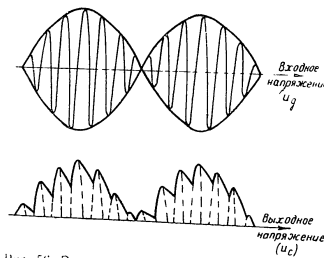


Рис. 56. Эпоны напряжений в схеме катодного детектора.

Амплитуда входного синусоидального напряжения может быть постоянна или медленно изменяться от 0 до максимума с изменением фазы на 180° при переходе амплитуды через нулевое значение. Принципиальная схема управляемого выпрямителя изображена на рис. 57.

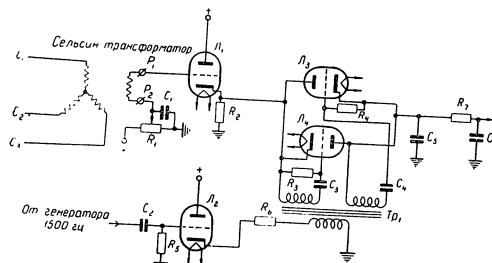


Рис. 57. Схема управляемого выпрямителя.

Преобразуемое напряжение поступает на вход управляемого выпрямителя с однофазной роторной обмотки сельсин-трансформатора. Его трехфазная статорная обмотка питается напряжением повышенной частоты 1 500 Гц, амплитуда которого изменяется с частотой вращения антенны. Это напряжение поступает с трехфазной ротор-

ной обмотки дающего сельсина. При равномерном вращении ротора дающего или принимающего сельсина амплитуда входного напряжения изменяется по синусоидальному закону, а величина амплитуды зависит от взаимной ориентации роторов дающего и принимающего сельсинов. В этом случае управляемый выпрямитель будет выделять синусоидальную огибающую входного напряжения.

Подаваемое на выпрямитель управляющее напряжение должно быть тоже синусоидальным, той же частоты 1500 гц, но с постоянной амплитудой. Фаза его должна совпадать с фазой входного напряжения или быть сдвинута на 180° .

Основными элементами управляемого выпрямителя являются два включенных навстречу управляемых триода. На анод первого (лампа L_1) и катод второго (лампа L_2) триодов подается входное напряжение. К катоду первого и аноду второго триодов присоединена выходная емкостная нагрузка — конденсатор C_2 .

Входное напряжение на управляемый выпрямитель с выхода сельсин-трансформатора подается через катодный повторитель (лампа L_3) с целью уменьшения нагрузки на приемный сельсин-трансформатор.

Уровень постоянной составляющей напряжения на катode катодного повторителя сохраняется и на выходном конденсаторе управляемого выпрямителя. Регулировкой постоянной составляющей напряжения на сетке катодного повторителя потенциометром R_1 задается нужная постоянная составляющая напряжения на выходе управляемого выпрямителя.

Управляющее напряжение подается в сеточные цепи обоих триодов через катодный повторитель (лампа L_3) и специальный трансформатор Tr_1 . Вторичные обмотки этого трансформатора включены таким образом, чтобы управляющее напряжение на сетки обоих триодов поступало в одинаковой фазе.

Нормально триоды должны быть заперты сеточным смещением. Запирающее напряжение между сеткой и катодом обоих триодов устанавливается автоматически за счет сеточных токов этих триодов. Вторичные обмотки трансформатора подключаются к сеткам через разделительные конденсаторы C_3 и C_4 .

При подаче на сетки ламп L_1 и L_2 управляющего напряжения конденсаторы во время положительных полупериодов заряжаются сеточными токами ламп, а во время отрицательных — разряжаются через сопротивления R_3 и R_4 . Через некоторое время после включения схемы конденсаторы заряжаются почти до амплитуды управляющего напряжения и запирают триоды почти на весь период управляющего напряжения. Относительно большая постоянная времени сеточной цепи C_3 , R_3 и C_4 , R_4 обеспечивает неизменность сеточного смещения и малый угол отсечки анодного тока. Отпирание обоих триодов по сеткам происходит одновременно в моменты максимума положительных полуволн управляющего напряжения, когда напряжение на сетках ламп становится выше напряжения отсечки. Процесс образования напряжения отсечки изображен на рис. 58.

Проводящим в этот момент может стать только тот из триодов, у которого в момент максимума положительной полу волны управляющего напряжения на сетке — напряжение на аноде выше, чем на катode.

Предположим, что угол отсечки сеточного тока очень мал, отпирание триодов по сеточной цепи происходит на чрезвычайно краткий промежуток времени и напряжение на выходе схемы за это время не успевает измениться. Тогда работу схемы можно объяснить следующим образом (эпюры напряжений в схеме управляемого выпрямителя приведены на рис. 59).

Если в момент отпирания триодов по сеточной цепи уровень напряжения на выходном конденсаторе C_2 ниже, чем на катode лампы

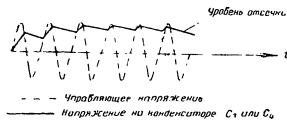


Рис. 58. Процесс образования напряжения отсечки.

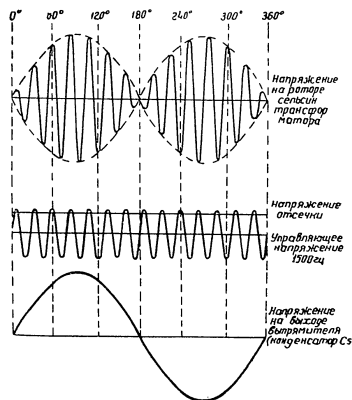


Рис. 59. Эпюры напряжений в схеме управляемого выпрямителя.

катодного повторителя и, следовательно, на аноде первого триода, то проводящим становится первый из триодов, а если — выше, то проводящим становится второй из триодов. При не очень большой емкости конденсатора C_2 на последнем успевают фиксироваться

изменения напряжения на катоде лампы катодного повторителя (лампа L_1) и к моменту записания триодов напряжение на нем будет равно напряжению на катоде катодного повторителя.

Таким образом, при увеличении напряжения огибающей уровень напряжения на выходном конденсаторе в момент отпирания триодов по сеточной цепи будет ниже напряжения на катоде катодного повторителя (лампа L_1) и отпираться будет первый триод (лампа L_2). Напряжение на конденсаторе C_2 будет расти. При уменьшении напряжения огибающей будет отпираться второй триод, напряжение на конденсаторе будет также уменьшаться.

Как следует из рис. 59, на выходе схемы фиксируется амплитуда той полуволны входного напряжения частоты 1500 гц, фаза которой в данный момент времени совпадает с фазой управляющего напряжения.

Поскольку фаза управляющего напряжения сохраняется неизменной, а фаза входного напряжения изменяется на 180° при переходе его амплитуды через нулевое значение, то при равномерном вращении сельсина на выходе схемы будут попеременно фиксироваться амплитуды то положительных, то отрицательных полуволн входного напряжения. Таким образом, выходное напряжение фазового детектора будет воспроизводить синусоидальную огибающую подаваемого на его вход напряжения.

Фактически работа схемы несколько отличается от описанной тем, что триоды по сеточной цепи отпираются на время хотя и малое, но все же сравнимое с длительностью одного периода напряжения частоты 1500 гц. Это приводит к тому, что после перехода через максимум входного напряжения 1500 гц отпирается второй триод, через который происходит некоторый разряд выходного конденсатора. Вследствие этого амплитуда выходного напряжения получается несколько меньше амплитуды огибающей.

Для компенсации этого фаза управляющего напряжения устанавливается с некоторым небольшим опережением относительно основного напряжения, как показано на рис. 60, в результате подбора режима катодного повторителя (лампа L_2). На рис. 60 видно, что необходимый сдвиг фаз равен половине угла отсечки. Следовательно, в момент максимума напряжения 1500 гц будет происходить запираание триодов.

Работа схемы в этом случае происходит следующим образом: к концу каждого периода на выходном конденсаторе фиксируется напряжение, подаваемое на триоды в момент их запираания. Поскольку изменение амплитуд входного напряжения происходит относительно медленно, то в последующий период (при фиксации положительных полуволн) напряжение на конденсаторе в момент отпирания триодов будет больше, чем на катоде катодного повторителя.

Поэтому конденсатор сначала несколько разрядится через второй триод, потом, поскольку подаваемое напряжение нарастает, конденсатор будет заряжаться через первый триод, а затем вновь немного разрядится через второй триод. После этого триоды вновь запираются по сеточной цепи.

161

Таким образом, напряжение на конденсаторе будет следовать за изменением амплитуды входного напряжения. Это изображено на рис. 61.

При неподвижном роторе дающего сельсина и сельсин-трансформатора амплитуда подаваемого на управляемый выпрямитель напряжения будет неизменной. При этом средние токи каждого из триодов будут одинаковы. Увеличение напряжения на выходе управляемого выпрямителя при заряде конденсатора будет компенсироваться равным уменьшением напряжения при его разряде. В этом случае на выходе управляемого выпрямителя будет фиксироваться постоянное напряжение, приблизительно равное амплитуде входного напряжения.

Сглаживание пульсаций напряжений на выходе управляемого выпрямителя осуществляется фильтром (R_f , C_f).

Напряжение, снимаемое после фильтра, может быть использовано для создания азимутальной развертки, т. е. для создания такого отклоняющего тока, величина которого пропорциональна углу поворота антенны (например, в блоке ВО-01).

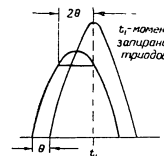


Рис. 60. Синхронизация фаз между входным и управляющим напряжениями.

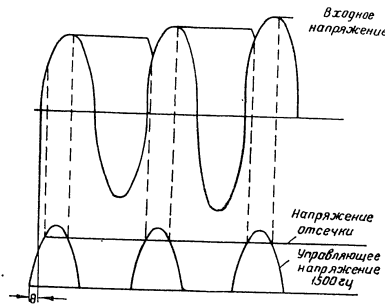


Рис. 61. Получение результирующего напряжения в схеме управляемого выпрямителя.

Из описания работы схемы следует, что в отличие от обычного выпрямителя с помощью управляемого выпрямителя фиксируется не амплитудное значение напряжения какого-либо знака, а напря-

165

жение в определенные моменты времени, задаваемые управляющим напряжением.

Кроме того, можно отметить еще одно отличие этой схемы, заключающееся в том, что для слежения за изменением огибающей в схеме управляемого выпрямителя не требуется шунтировать выходной конденсатор специальным сопротивлением, так как конденсатор разряжается до требуемой величины напряжения через второй триод.

СХЕМЫ СТАБИЛИЗАЦИИ НАПЯЖЕНИЯ

1. Схема стабилизации с газоразрядной лампой (стабилизатором)

Основным задающим элементом всякого электронного стабилизатора является источник постоянного эталонного напряжения. В качестве такого источника могут быть использованы аккумуляторная батарея или стабилизатор.

Внешняя характеристика стабилизаторов имеет участок, на котором напряжение на зажимах стабилизатора остается практически постоянным при изменении проходящего через него тока. Благодаря этому свойству стабилизаторы широко используются в простейших схемах электронной стабилизации в качестве эталона напряжения. Для применяемых в станциях стабилизаторов возможные изменения

тока заключены в пределах от 5 до 30 мА. Стабилизаторы имеющихся типов допускают стабилизацию напряжений 75, 105 и 150 В с допуском $\pm 5\%$. Схема включения стабилизатора представлена на рис. 62.

Небольшое изменение напряжения на внешних зажимах стабилизатора вызывает резкое изменение тока из-за лавинообразного характера нарастания ионизации газа внутри стабилизатора. Поэтому последовательно со стабилизатором обязательно включается гасящее сопротивление, величина которого определяется требуемым значением тока. Нагрузка включается параллельно стабилизатору.

Появление газового разряда происходит тогда, когда подводимое напряжение превышает порог зажигания газового промежутка между электродами. Это напряжение на несколько десятков вольт больше рабочего напряжения стабилизатора. Поэтому напряжение питания в схеме рис. 62 должно во всех случаях превышать рабочее напряжение.

Всякое изменение входного напряжения или тока нагрузки, при котором ток через стабилизатор сохраняется в указанных выше пределах, не вызывает существенного изменения выходного напряжения.

2. Простейшая схема электронной стабилизации

Один из простейших вариантов схемы электронной стабилизации представлен на рис. 63. В этой схеме электронная лампа L_1 является регулирующей, лампа L_2 — управляющей, а лампа L_3 — источником эталонного постоянного напряжения (стабилизатором).

Напряжение между катодом и сеткой управляющей лампы определяется разностью эталонного напряжения и напряжения, снимаемого с движка потенциометра R_2 , включенного в цепь регулируемого напряжения.

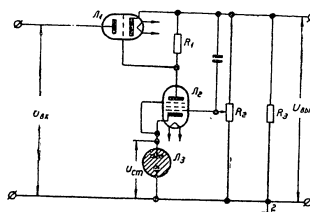


Рис. 63. Простейшая схема электронной стабилизации.

Падение напряжения на нагрузке R_4 управляющей лампы задает смещение на сетке регулирующей лампы и, следовательно, определяет падение напряжения на ней. Выходное напряжение схемы равно входному за вычетом падения напряжения на регулирующей лампе. Уровень выходного напряжения регулируется путем изменения напряжения, подаваемого на сетку управляющей лампы с движка потенциометра.

При изменении напряжения на выходе электронного стабилизатора из-за увеличения напряжения на его входе или из-за уменьшения тока нагрузки изменяется напряжение, подаваемое на сетку управляющей лампы L_2 . При этом на катоде L_2 напряжение сохраняется неизменным, так как оно задается стабилизатором. Вследствие этого увеличивается падение напряжения на анодном сопротивлении управляющей лампы и, следовательно, отрицательное смещение на сетке регулирующей лампы L_1 . При этом увеличивается сопротивление L_1 и падение напряжения на ней, что почти полностью компенсирует происшедшее изменение выходного напряжения.

Стабилизирующее действие схемы по входному напряжению определяется коэффициентом стабилизации, характеризующим отношение изменения выходного напряжения к изменению входного напряжения

$$d = \frac{\Delta U_{вых}}{\Delta U_{вх}} \approx \frac{D_p U_{вых}}{K_y U_{ст}}$$

где D_p — проицаемость регулирующей лампы;
 K_y — коэффициент усиления управляющего каскада;
 U_{max} — заданное выходное напряжение;
 $U_{ст}$ — напряжение стабиливольта.

Увеличение стабильности выходного напряжения достигается путем увеличения коэффициента усиления управляющей лампы и уменьшения проицаемости регулирующей лампы.

Стабилизирующее действие по отношению к изменению тока нагрузки определяется внутренним сопротивлением выпрямителя и крутизной характеристики регулирующих ламп.

Внутреннее сопротивление стабилизированного выпрямителя определяется следующей зависимостью:

$$R_{ст} = \frac{(R_{ip} + R_a) D_p U_{max}}{K_y U_{ст}},$$

где R_{ip} — внутреннее сопротивление регулирующей лампы,
 R_a — внутреннее сопротивление выпрямителя до стабиливольта. Уменьшение $R_{ст}$ может быть достигнуто путем увеличения K_y и уменьшения D_p так же, как и уменьшение коэффициента d .

При уменьшении напряжения на выходе электронного стабилизатора процесс протекает аналогично описанному выше, только при этом падение напряжения на регулирующей лампе не увеличивается, а уменьшается.

Процесс установления выходного напряжения происходит не мгновенно, а в течение некоторого промежутка времени из-за наличия в цепи анод L_1 — сетка L_2 — сетка L_3 шунтирующих паразитных емкостей (емкость монтажа, междуэлектродные емкости и т. п.).

Эффективность действия схемы стабилизации при быстрых изменениях выходного напряжения может быть несколько увеличена в результате включения конденсатора между сеткой управляющей лампы и положительной шиной выпрямителя, так что всякое быстрое изменение напряжения будет передаваться непосредственно на сетку лампы помимо делителя напряжения.

3. Схема электронного стабилизатора с катодным повторителем

Выше было показано, что стабильность выходного напряжения тем выше, чем больше коэффициент усиления управляющей и регулирующей ламп.

Можно получить большой коэффициент усиления путем увеличения сопротивления в цепи анода лампы. Однако в рассматриваемом случае при увеличении сопротивления в анодной цепи управляющей лампы необходимо в такое же число раз уменьшить анодный ток управляющей лампы, так как падение напряжения на анодной нагрузке должно оставаться неизменным, равным рабочему смещению на регулирующей лампе. Поэтому увеличением этого сопротивления нельзя изменить коэффициент усиления управляющей лампы, так как увеличение сопротивления вызывает практически соответствен-

ное уменьшение крутизны характеристики этой лампы из-за уменьшения анодного тока.

Кроме того, при этом увеличивается постоянная времени анодной цепи. При увеличении тока потребления смещение на сетках регулирующих ламп уменьшается и одновременно падают как ток, так и коэффициент усиления управляющей лампы, ухудшая стабилизирующее действие схемы.

Это ухудшение получается именно тогда, когда оно наименее терпимо. Для устранения его необходимо, чтобы при максимальном токе потребления, соответствующем минимальному смещению на сетках регулирующих ламп, ток управляющих ламп и, следовательно, коэффициент усиления имели бы достаточно большие значения.

С этой целью между управляющей и регулирующей лампами устанавливается раздельный каскад — катодный повторитель (лампа L_3), как это изображено на рис. 64. Напряжение с выхода катодного повторителя подается на сетку регулирующей лампы через стабиливольт (лампа L_4), который задает необходимое смещение на сетке регулирующей лампы. В этом случае минимальное падение напряжения на аноде управляющей лампы не может быть меньше падения напряжения на стабиливольте.

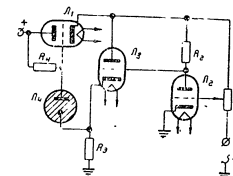


Рис. 64. Схема электронного стабилизатора с катодным повторителем.

ОГЛАВЛЕНИЕ

Введение	3
Общие сведения об индикаторной аппаратуре	3
Общие сведения об индикаторах	10
Глава I. Индикатор кругового обзора ПО-02	11
1. Общие сведения об индикаторе	11
§ 1. Назначение	11
§ 2. Технические данные	11
§ 3. Составные части	13
2. Описание индикатора	13
§ 4. Работа индикатора	13
§ 5. Упрощенная скелетная схема	13
§ 6. Полная скелетная схема	15
3. Описание принципиальной схемы индикатора	16
§ 7. Схема развертки дальности	21
§ 8. Схема смешивания и усиления масштабных отметок дальности и азимута	21
§ 9. Схема усиления отраженных сигналов и сигналов опознавания	27
§ 10. Схема вращения развертки дальности	30
§ 11. Цепь управления рабочим режимом трубки	32
§ 12. Схема смещения центра развертки	33
§ 13. Система контроля цепей	36
4. Конструкция блока индикатора	37
§ 14. Общее описание конструкции	44
§ 15. Графическая шкала	45
5. Описание индикатора кругового обзора ПО-03	47
Глава II. Индикатор дальности и азимута ВО-01	51
1. Общие сведения об индикаторе	51
§ 16. Назначение	51
§ 17. Технические данные	51
§ 18. Составные части	51
2. Описание индикатора	52
§ 19. Работа индикатора	52
§ 20. Упрощенная скелетная схема	52
§ 21. Полная скелетная схема	54
3. Описание принципиальной схемы индикатора	55
§ 22. Схема развертки дальности	60
§ 23. Схема смешивания и усиления масштабных отметок дальности и азимута	60

§ 24. Схема усиления отраженных сигналов и сигналов опознавания	61
25. Схема развертки азимута	61
25. Схема записи (бланкирования) развертки по азимуту	64
27. Цепь управления рабочим режимом трубки	67
28. Схема сдвига развертки дальности по горизонтали	67
29. Система контроля цепей	67
4. Конструкция блока индикатора	75
Глава III. Индикатор высоты НО-02	80
1. Общие сведения об индикаторе	80
§ 30. Назначение	80
§ 31. Технические данные	80
§ 32. Метод определения высоты	80
§ 33. Составные части	81
2. Описание индикатора	81
§ 34. Работа индикатора	81
§ 35. Упрощенная скелетная схема	84
§ 36. Полная скелетная схема	84
3. Описание принципиальной схемы индикатора	90
§ 37. Схема развертки дальности	90
§ 38. Схема смешивания и усиления масштабных отметок дальности и угла поворота антенны или азимута	90
§ 39. Цепь развертки угла поворота антенны	93
§ 40. Схема усиления отраженных сигналов вертикального и наклонного каналов	98
§ 41. Схема записи (бланкирования) развертки по углу поворота антенны	101
§ 42. Цепь управления рабочим режимом трубки	101
§ 43. Система контроля цепей	103
4. Конструкция блока индикатора	111
§ 44. Общее описание конструкции	111
§ 45. Графическая шкала	115
Приложение. Основные элементы индикаторных устройств	116
Электроннолучевые трубки	116
1. Типы и назначение электроннолучевых трубок	116
2. Электростатическая электроннолучевая трубка типа 8ЛО29	117
3. Магнитная электроннолучевая трубка типа 31ЛМ32	119
А. Отклоняющая система с замкнутым магнитопроводом	123
Б. Отклоняющая система без железного сердечника	128
Усилители	130
1. Широкополосный усилитель	130
2. Катодный повторитель	131
3. Усилитель с обратной связью	133
4. Парафазный усилитель с катодной связью	134
Фиксирующие схемы	135
1. Диодные ограничивающие схемы	135
2. Схема восстановления постоянной составляющей	138
Генераторы прямоугольных импульсов	142
1. Симметричный генератор управляющих импульсов (триггер)	142
2. Генератор управляющих импульсов (триггер) уровня	143
3. Схема расширения (кипп-реле) со смешанной связью	145
4. Электронное реле (кипп-реле) уровня	148

Видео-одомни-генератор	150
Схема одомни-Фантастро	153
Схема одомни-напряжения со сдвигающей связью	156
Схема одомни-напряжения с катодной связью	159
Схема детектор	160
Схема выпрямитель	160
Схема стабилизатора напряжения	166
1. Схема стабилизации с газоразрядной лампой (стабилизатором)	166
2. Не стабилизатор с электровакуумной стабилизацией	167
3. Схема электровакуумного стабилизатора с катодным повторителем	168



СЕКРЕТНО

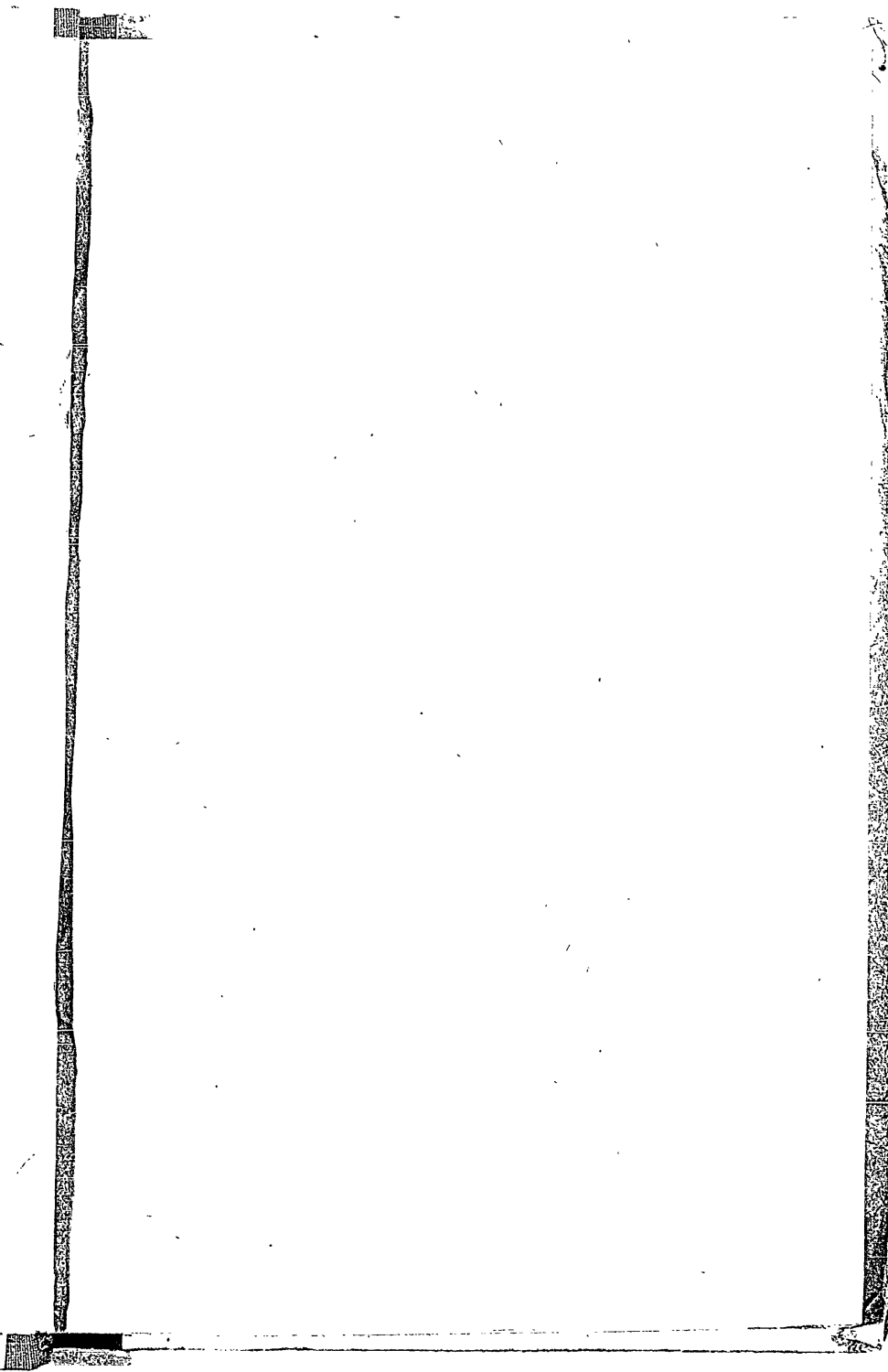
50X1-HUM

РАДИОЛОКАЦИОННАЯ СТАНЦИЯ П-20

ТЕХНИЧЕСКОЕ ОПИСАНИЕ

часть II

ИНДИКАТОРНЫЕ УСТРОЙСТВА



СЕКРЕТНО

50X1-HUM

РАДИОЛОКАЦИОННАЯ СТАНЦИЯ П-20

ТЕХНИЧЕСКОЕ ОПИСАНИЕ

ЧАСТЬ II

ИНДИКАТОРНЫЕ УСТРОЙСТВА

В книге пронумеровано всего 172 стр. Кроме того, имеется 5 вклеек на 5 листах.

Вклейка № 1. Рис. 10. Принципиальная схема развертки дальности ПО-02—между стр. 22 и стр. 23.

Вклейка № 2. Рис. 17. Полная принципиальная схема блока индикатора кругового обзора ПО-02—между стр. 38 и стр. 39.

Вклейка № 3. Рис. 29. Принципиальная схема развертки дальности ВО-01—между стр. 60 и стр. 61.

Вклейка № 4. Рис. 34. Полная принципиальная схема блока индикатора дальности и азимута ВО-01—между стр. 68 и стр. 69.

Вклейка № 5. Рис. 49. Полная принципиальная схема блока индикатора высоты НО-02—между стр. 104 и стр. 105.

ВВЕДЕНИЕ

ОБЩИЕ СВЕДЕНИЯ ОБ ИНДИКАТОРНОЙ АППАРАТУРЕ

В части II технического описания радиолокационной станции «П-20» встречаются следующие условные обозначения блоков:

ПО-02 — индикатор кругового обзора.

ПО-03 — выносной индикатор кругового обзора.

ВО-01 — индикатор дальности и азимута.

НО-02 — индикатор высоты.

ТП-02 — телефонная панель блоков ПО-02, ПО-03 и ВО-01.

ТП-03 — телефонная панель блока НО-02.

ГА-01 — генератор 1500 гц.

Д-01 — блок главных датчиков.

ХА-01 — повторяющее устройство ССП.

УС-02 — сервоусилитель.

БСМ-01 — блок сервомотора блока ПО-02.

БСТ — блок сельсин-трансформаторов.

ДА-01 — блок масштабных отметок дальности.

ЖА-50 — блок масштабных отметок азимута.

ЗА-01 — блок отметок угла поворота антенны.

СБ-50 — смесительно-бланкирующее устройство.

ИВ-01 — имитатор вращения антенны.

БП-01 — блок питания индикаторов.

БП-02 — блок питания.

ЦУ-02 — центральный пульт управления.

ССП — синхронно-следающая передача вращения.

НРЗ-1 — запросчик.

Вся индикаторная аппаратура станции размещается в двух кузовах автомашины ЗИС-151 (машины № 2 и № 3). В основной индикаторной машине (рис. 1) размещаются все основные блоки индикаторной аппаратуры. В машине № 3 размещаются выносной индикатор кругового обзора ПО-03 и аппаратура запросчика НРЗ-1, предназначенная для работы в системе опознавания.

В машине № 2 расположены пять шкафов с аппаратурой: три шкафа с блоками индикаторов (рис. 2), один шкаф с аппаратурой управления и один шкаф с аппаратурой масштабных отметок (рис. 3).

На экранах индикаторов оператор наблюдает отраженные сигналы и определяет координаты целей. В станции «П-20» для опреде-

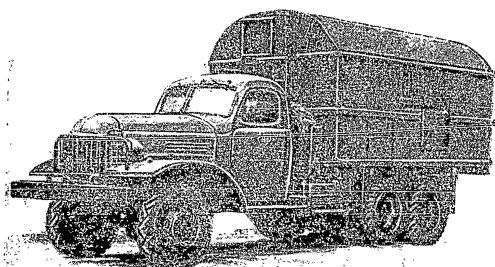


Рис. 1. Питательная машина.

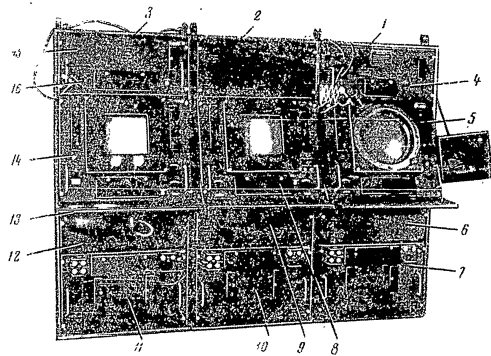


Рис. 2. Общий вид шкафов индикаторов:
 1 — шкаф индикатора кругового обзора ПО-02; 2 — шкаф индикатора дальности и азимута ВО-01; 3 — шкаф индикатора высоты НО-02; 4 — шкаф индикатора дальности и азимута ВО-03; 5 — блок индикатора дальности и азимута НО-03; 6 — блок индикатора дальности и азимута ВО-01; 7 — блок индикатора дальности и азимута ВО-03; 8 — блок индикатора дальности и азимута ВО-01; 9 — блок индикатора дальности и азимута ВО-03; 10 — блок индикатора дальности и азимута ВО-01; 11 — блок индикатора дальности и азимута ВО-03; 12 — блок индикатора дальности и азимута ВО-01; 13 — блок индикатора дальности и азимута ВО-03; 14 — блок индикатора дальности и азимута ВО-01; 15 — блок индикатора дальности и азимута ВО-03; 16 — блок индикатора дальности и азимута ВО-01.

4

для координат цели (наклонная дальность, азимут и высота) используются три типа индикаторов: индикатор кругового обзора (ПО-02 и ПО-03), индикатор дальности и азимута (ВО-01) и индикатор высоты (НО-02).

Индикатор кругового обзора служит для наблюдения общей картины, в основном, воздушной обстановки в районе действия радилокационной станции и для определения координат целей (дальность и азимут).

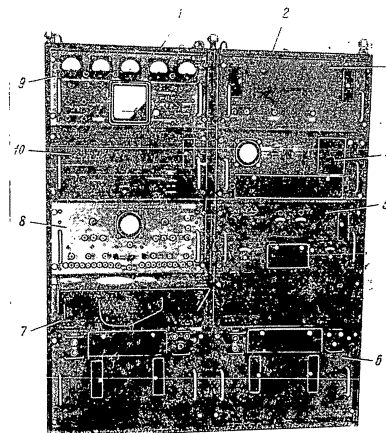


Рис. 3. Общий вид шкафов управления и масштабных отметок:

1 — шкаф управления; 2 — шкаф масштабных отметок; 3 — блок масштабных отметок азимута ЖА-50; 4 — блок масштабных отметок дальности ДА-01; 5 — блок нонирующего устройства ССП ХА-01; 6 — блок питания БП-02; 7 — телефонная панель ТП-03 со столом управления качанием антенны; 8 — блок синхронного устройства СВ-50; 9 — блок центрального пульта управления ЦУ-02; 10 — блок имитатора вращения ИВ-01.

Индикатор дальности и азимута служит для точного определения дальности и азимута цели и для выявления структуры цели (например, числа самолетов в группе). На экране этого индикатора можно рассмотреть в увеличенном масштабе любой, произвольно выбранный, участок пространства в зоне действия станции.

5

Блок НО-02 служит для определения высоты обнаруженной цели.

Основным элементом каждого индикатора является электронно-лучевая трубка. Отметки отраженных сигналов наблюдаются на ее экране в виде светящихся точек или черточек. Развертка дальности индикаторов начинается одновременно с посылкой в пространство зондирующего импульса передатчика.

На экранах всех индикаторов создается электрическим путем масштабная сетка, при помощи которой определяются координаты того или иного отраженного сигнала. (Блок-схему высокочастотных трактов машины № 2 см. рис 4). Импульс запуска станции от манипулятора через блок масштабных отметок ДА-01 подается последовательно на смесительно-бланкирующее устройство СБ-50, блок отметок азимута ЖА-50 и на индикаторные блоки. К концу линии запуска подсоединена волновая нагрузка кабеля — 75 ом, которая размещается на одном из разъемов выносного индикатора кругового обзора (ПО-03).

Импульсом запуска включаются развертки всех индикаторов станции и контрольных осциллографов блоков СБ-50 и ДА-01.

Для того чтобы с экранов индикаторов можно было производить считывание координат целей, на все индикаторы подаются масштабные отметки дальности и азимута. Эти отметки на экране видны в виде светящихся линий и создают на нем масштабную сетку.

Для образования дистанционных отметок служит блок дистанционных отметок ДА-01 (шкаф масштабных отметок), с выхода которого отметки дальности так же, как и импульсы запуска, подаются на индикаторы станции. Волновая нагрузка этой линии размещается в блоке ПО-03.

Отметки азимута вырабатываются в блоке ЖА-50 и также подаются на все индикаторы станции.

Шумы и отраженные сигналы с трех приемников вертикального и двух приемников наклонного канала подаются на вход смесительно-бланкирующего устройства СБ-50 (шкаф управления). Шумы замешиваются в два канала — вертикальный и наклонный, с выхода которых подаются на индикаторы станции.

Эквивалент нагрузки для вертикального канала устанавливается в блоке ПО-03, для наклонного — в блоке НО-02. Все цепи передачи импульсных сигналов от одного блока к другому выполняются кабелем РК-31. Для подключения кабелей во всех блоках имеются по два разъема на каждую цепь импульсных сигналов. Через один разъем импульсные сигналы подводятся к блоку, а через другой разъем сигналы выходят из данного блока и подводятся к следующему. Входное сопротивление каждого блока велико по сравнению с волновым сопротивлением кабеля РК-31 (75 ом), следовательно, не сказывается шунтирующее действие блоков на линию.

Для передачи вращения антенны на индикаторы станции служит система силовой синхронной передачи вращения (ССП).

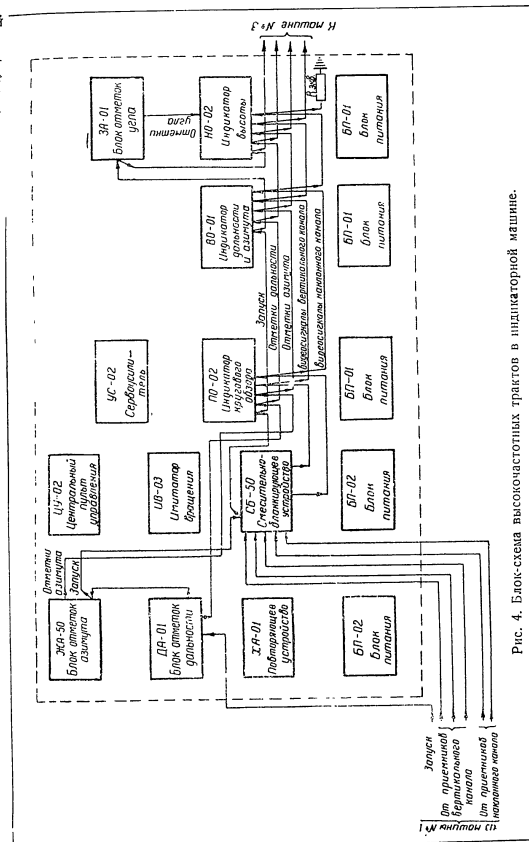


Рис. 4. Блок-схема высокочастотных трактов в индикаторной машине.

ОБЩИЕ СВЕДЕНИЯ ОБ ИНДИКАТОРАХ

Индикатор кругового обзора — индикатор, на экране которого наблюдается план расположения целей в зоне действия станции и определяется их наклонная дальность и азимут. Перемещение электронного луча по радиусу экрана трубки от центра к краю происходит пропорционально дальности, а линия развертки вращается синхронно с вращением антенного устройства. Благодаря этому на экране индикатора кругового обзора последовательно просматриваются все участки зоны действия станции в соответствии с последовательным облучением пространства энергией, излучаемой антенным устройством.

На этом индикаторе возможны также режимы секторного и кольцевого обзора пространства. В режиме секторного обзора на экране просматривается сектор пространства шириной в 60° — 70° . В режиме кольцевого обзора можно рассматривать произвольный участок дальности, выбирая его в пределах от 10 до 400 км.

Индикатор дальности и азимута — индикатор, на экране которого в увеличенном масштабе может быть просмотрен любой участок зоны действия станции (в пределах 60° по азимуту и 50 или 100 км по дальности). Это дает возможность более точно определять дальность и азимут цели. Перемещение электронного луча по горизонтали происходит пропорционально дальности, а по вертикали — пропорционально азимуту. Дальность и азимут цели отсчитываются непосредственно с экрана индикатора.

Индикатор высоты служит для определения высоты цели. Перемещение электронного луча по горизонтали происходит пропорционально дальности, а по вертикали — пропорционально углу поворота антенной системы.

К этому индикатору подключаются оба выхода блока СБ-50 и на экране его получают две отметки от каждой цели (от вертикального и наклонного каналов).

Перед экраном помещена шкала, выгравированная на плексигласе. По двум отметкам от каждой цели с помощью шкалы определяется высота цели.

Таким образом, обнаружение и определение координат целей по индикаторам станции «П-20» производится непосредственно при наблюдении за экраном электронолучевой трубки. Полученные данные передаются операторами на командный пункт и используются для наведения своих истребителей на самолеты противника или для информации.

10

ГЛАВА I

ИНДИКАТОР КРУГОВОГО ОБЗОРА ПО-02

1. ОБЩИЕ СВЕДЕНИЯ ОБ ИНДИКАТОРЕ

§ 1. Назначение

Индикатор кругового обзора предназначен для работы в системе радиолокационной станции «П-20». На его экране автоматически, в форме, удобной для визуального наблюдения, воспроизводится план расположения обнаруженных воздушных целей.

В индикаторе кругового обзора предусматриваются три режима работы (рис. 6).

1. Режим кругового обзора, при котором начало развертки (точка на экране, соответствующая положению радиолокатора на местности) совпадает с центром экрана (рис. 6,а).

2. Режим кольцевого обзора, при котором обзор пространства может быть ограничен определенным участком дальности и начало развертки может быть задержано на заданную дальность в пределах от 10 до 320 км. В кольцевом режиме работы цели в отдаленных участках зоны действия станции рассматриваются в увеличенном масштабе, что повышает точность отсчета их координат (рис. 6,б).

3. Режим секторного обзора, при котором начало развертки может быть смещено в любую точку экрана и соответственно этому изображение на нем будет давать более детальный план расположения целей в выделенном секторе действия радиолокатора. Масштаб шкалы по дальности не изменяется, а увеличивается вдвое линейный размер шкалы дальности. Масштаб по азимуту соответственно увеличен, следовательно, отсчет координат может производиться с большей точностью (рис. 6,в).

§ 2. Технические данные

1. Индикация цели осуществляется яркостной отметкой сигнала на экране электронолучевой трубки.
2. Развертка — радиально-круговая.
3. Режим работы блока — круговой обзор, секторный обзор и кольцевой обзор.

11

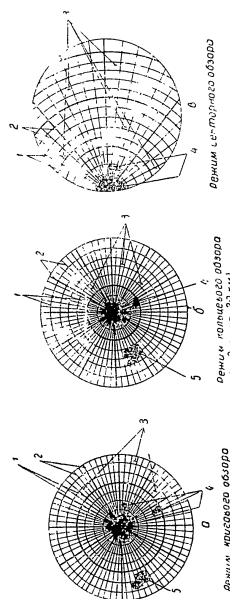


Рис. 6. Изображение на экране индикатора кругового обзора для трех режимов работы: а) кругового обзора; б) радиального обзора; в) комбинированного обзора. 1 — масштабные отметки дальности; 2 — численные значения дальности; 3 — отраженные сигналы; 4 — сигналы, отраженные от цели; 5 — сигналы, отраженные от облаков; 6 — шкала азимута.

4. Масштабы дальности — 80, 200 и 400 км.
5. Период полного (360°) обзора по азимуту — 10 или 20 сек. (6 или 3 об/мин антенны).
6. Задержка начала развертки дальности может плавно изменяться в пределах от 10 до 320 км.
7. Координаты цели определяются визуально по положению отметки отраженного сигнала относительно сетки электрических масштабных отметок дальности и азимута.
8. Возможно одновременное или раздельное наблюдение на экране трубки отскоков отраженных сигналов, поступающих с вертикального и наклонного каналов, а также сигналов, поступающих с выхода приемника опознавания.

§ 3. Составные части

Индикатор кругового обзора оформлен в виде шкафа, в отсеки которого устанавливаются следующие блоки:

- сервоусилитель УС-02;
- блок индикатора кругового обзора ПО-02;
- блок питания индикатора БП-01;
- телефонная панель ТП-02.

Общий вид шкафа индикатора кругового обзора ПО-02 показан на рис. 7.

Описание сервоусилителя УС-02 и блока питания БП-01 приведено в гл. III Технического описания станции П-20.

2. ОПИСАНИЕ ИНДИКАТОРА

§ 4. Работа индикатора

Индикатор кругового обзора является осциллографическим индикатором с радиально-круговой разверткой и яркостной отметкой сигнала. Основным его элементом является электроннолучевая трубка. План расположения обнаруженных целей воспроизводится на экране этой трубки.

Развертка вдоль радиуса экрана трубки пропорциональна шкале дальности. Эта развертка начинается одновременно с поступлением в блок ПО-02 импульса от манипулятора и поэтому положение каждой точки линии развертки на экране соответствует определенной дальности.

Развертка дальности вращается синхронно с вращением антенны (вращение радиальной развертки). Эта развертка приводится во вращение системой синхронной передачи угла поворота антенны, и поэтому положение радиальной развертки на экране соответствует направлению электрической оси антенны вертикального луча.

Напряжения развертки по дальности и по азимуту воздействуют на отклоняющую систему электроннолучевой трубки.



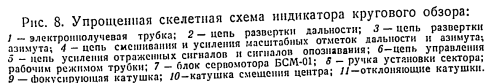
Напряжения отраженных сигналов, сигналов опознавания, масштабных отсчетов дальности и азимута воздействуют на управляющий электрод и катод электроннолучевой трубки.

При отсутствии перечисленных сигналов электронный луч заперт отрицательным потенциалом на управляющем электроде до полного исчезновения изображения на экране. С приходом каждого сигнала несколько повышается потенциал управляющего электрода и, следовательно, потенциал катода трубки, вызывая появление электронного луча в виде светящегося пятна на экране трубки. Положение светящегося пятна на экране зависит от мгновенных величин отклоняющих полей, создаваемых системой развертки дальности и системой вращения развертки дальности.

Отраженные сигналы и сигналы опознавания (сигналы самолета-ответчика) создают на экране изображения в виде точек, масштабные отметки дальности — в виде серии концентрических колец, соответствующих фиксированным дальностям, а масштабные отметки азимута — в виде радиально-расходящихся линий, соответствующих фиксированным углам поворота антенны.

В упрощенную скелетную схему индикатора кругового обзора (рис. 8) входят:

— электроннолучевая трубка 1;



- цепь развертки дальности 2;
- цепь вращения развертки дальности 3;

- цепь смешивания и усиления масштабных отметок дальности и азимута 4;
- цепь усиления отраженных сигналов и сигналов опознавания 5;
- цепь управления рабочим режимом трубки 6.

В цепи развертки дальности 2 вырабатывается развертка, которая вращается цепью вращения развертки дальности 3 по часовой стрелке со скоростью 6 или 3 *об/мин* синхронно с вращением антенны.

Импульсы масштабных отметок дальности и азимута после прохождения цепи 4 воздействуют на ток луча и создают на экране трубки масштабную сетку. Под действием отраженных сигналов засвечивается экран трубки в местах, соответствующих расположению целей в пространстве.

Рабочий режим трубки создается цепью питания.

В цепь вращения развертки дальности 3 входит блок сервомотора 7 (БСМ-01). Двигатель блока БСМ-01 питается напряжением 60 в частоты 50 *Гц* и напряжением рассогласования, поступающим с сервомотора УС-02. Под действием этих напряжений электродвигатель вращает отклоняющие катушки развертки дальности 11 со скоростью вращения антенного устройства. Фокусирующая катушка 9 и катушка смещения центра 10 входят в цепь питания трубки.

§ 6. Полная скелетная схема

Полная скелетная схема индикатора кругового обзора приведена на рис. 9.

Электроннолучевая трубка. В индикаторе кругового обзора применяется электроннолучевая трубка типа 31ЛМ32 с магнитными системами фокусировки и отклонения электронного луча. Экран с длительным послесвечением. Конструкция трубки и схема ее питания приводятся в приложении. Управление режимом работы трубки производится с помощью управляющего и ускоряющего электродов.

Напряжение сигнала подводится к управляющему электроду трубки и к ее катоду и управляет интенсивностью электронного луча. След электронного луча наблюдается на экране трубки в виде светящегося пятна, яркость которого зависит от тока электронного луча. При отсутствии сигнала трубка заперта, ток электронного луча близок к нулю и экран трубки не возбуждается.

Цепь развертки дальности состоит из схемы задержки 1, схемы запуска и расширения 2, схемы генератора пилообразного напряжения 3 и усилителя тока с обратной связью 4.

Отклонение электронного луча от центра экрана трубки к его периферии (развертка) происходит под действием магнитного поля отклоняющих катушек 20. В цепи развертки дальности вырабатывается пилообразный ток для питания этих катушек. В соответствии с изменением тока в отклоняющих катушках изменяется маг-

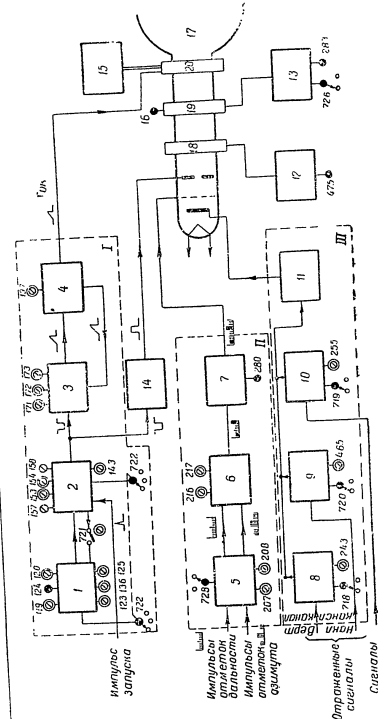


Рис. 9. Полная скелетная схема индикатора кругового обзора.
1 — схема запуска и расширения; 2 — схема задержки и расширения; 3 — схема генератора пилообразного напряжения; 4 — схема усилителя тока с обратной связью; 5 — схема усиления отраженных сигналов и сигналов опознавания; 6 — схема управления рабочим режимом трубки; 7 — блок БСМ-01; 8 — усилитель сигнала; 9 — катушка фокусировки; 10 — катушка смещения центра; 11 — катушки отклонения; 12 — схема управления фокусировкой; 13 — катушка фокусировки; 14 — катушка смещения центра; 15 — катушка фокусировки; 16 — катушка смещения центра; 17 — катушка фокусировки; 18 — катушка смещения центра; 19 — катушка фокусировки; 20 — катушка смещения центра.

Схема смешивания и усиления масштабных оттоков дальности зигмута состоит из входных цепей 5, схемы смешивания и усиления зигмута 6 и выходного каскада 7. Выходные лампы поступают раздельно на усилители дальности 8 и зигмута 9. На входные блоки ДА-01 и ЖА-01. В схеме смески дальности и зигмута от блоков смешиваются, смешиваются и далее смешивания и усиления они усиливаются, смешиваются по общему каналу на управляющей выходной каскад поступает по общему каналу. В момент прихода импульса электрод электропослуповой трубки. В момент прихода импульса отток отток на разветке дальности засвечиваются точки отток да

ности и, кроме того, под воздействием отметок азимута засвечивается вся развертка.

При вращении развертки масштабные отметки дальности создаются на экране трубки серию концентрических колец, соответствующих различным дальностям (расстояние между соседними кольцами соответствует 10 км), а масштабные отметки азимута создают серию радиально расходящихся линий (угол между соседними линиями соответствует повороту антенны, а следовательно, и развертке на 5°).

Потенциометрами 207 и 208, оси которых выведены под шлиц, раздельно регулируется уровень импульсов отметок дальности и азимута. Регулировкой этих потенциометров осуществляют отсечку импульсов отметок, благодаря чему импульсы малой амплитуды могут подаваться в большей степени, чем импульсы большой амплитуды. Как известно из описания блоками ДА-01 и ЖА-50 вырабатываются импульсы масштабных отметок и азимута разной амплитуды, поэтому на экранах индикаторов масштабная сетка получается дифференцированной по яркости, т. е. яркость свечения 10-километровых отметок меньше яркости свечения 50-километровых отметок, яркость свечения 50-километровых отметок меньше яркости свечения 100-километровых отметок.

Такова же дифференциация по яркости азимутальных отметок. Яркость свечения 5-градусных отметок меньше яркости 30-градусных отметок. Такое различие в яркости свечения отметок удобно при отсчете координат.

Кроме регулировки отсечки масштабных импульсов в цепи осуществляется раздельная регулировка усиления отметок дальности и азимута потенциометрами 216 и 217, оси которых выведены под шлиц.

Масштабные отметки могут быть выключены с помощью переключателя 728, запирающего входные лампы цепи.

Ручкой потенциометра 280 регулируется напряжение на управляющем электроде трубки, чем достигается регулировка яркости изображения на трубке.

Цепь усиления отраженных сигналов и сигналов опознавания. На вход усилителей отраженных сигналов вертикального канала 4 и наклонного канала 9 соответственно подаются сигналы с вертикального и наклонного каналов блока СБ-50. На вход усилителя опознавания 10 подаются сигналы опознавания. Сигналы, смешиваясь на выходе этих усилителей, поступают на выходной каскад 11 схемы. С выхода смешанных сигналов подаются на катод электроннолучевой трубки. Регулировка усиления осуществляется раздельно в каждом из усилительных каскадов при помощи потенциометров 243, 255 и 465, оси которых выведены под шлиц. Выключатели 718, 719 и 720 дают возможность раздельно подключать усилительные каскады к выходу схемы и отключать их.

Цепь управления рабочим режимом трубки. В цепь управления рабочим режимом трубки входят: схема управления фокусировкой

12 и схема засвета 14. С помощью схемы фокусировки регулируется (ручкой 475) ток в фокусирующей катушке 18.

Управление трубкой осуществляется импульсами, вырабатываемыми схемой засвета и подаваемыми на ускоряющий электрод. Схема засвета в свою очередь управляется П-образным импульсом схемы расширения цепи развертки дальности.

Таким образом, электроннолучевая трубка открывается только на время действия П-образного импульса схемы расширения, т. е. на время развертки. Катод электроннолучевой трубки находится под постоянным потенциалом, а потенциал управляющего электрода регулируется ручкой ЯРКОСТЬ потенциометра 280.

Схема смещения центра развертки. Схема смещения центра развертки 13 применяется для управления электромагнитным полем смещающих катушек (вращением ручки потенциометра 283) при работе индикатора в секторном режиме. Под действием электромагнитного поля смещающих катушек начало развертки может быть смещено в любую точку экрана трубки.

Для выключения этой схемы служит выключатель 726. Переключение начала развертки по экрану осуществляется механическим поворотом смещающих катушек вокруг горловины трубки. Для этой цели служит ручка установки сектора обзора 16.

Цепь вращения развертки дальности. К этой цепи в блоке индикатора ПО-02 относится только блок сервомотора 15 и механизм вращения отклоняющих катушек. Блок сервомотора работает в тесном взаимодействии с сервоусилителем, входящим в шкаф индикатора ПО-02. С помощью этой системы о которой подробно сказано в описании синхронно-следящей системы (Техническое описание, ч. III), производится вращение отклоняющих катушек вокруг горловины трубки и осуществляется вращение развертки дальности.

3. ОПИСАНИЕ ПРИНЦИПИАЛЬНОЙ СХЕМЫ ИНДИКАТОРА

§ 7. Схема развертки дальности

Схема развертки дальности вырабатывает линейно изменяющийся во времени ток, которым питаются отклоняющие катушки индикатора.

Электромагнитное поле, создаваемое этим током, смещает электронный луч трубки вдоль радиуса экрана. Начало нарастания тока развертки должно или точно совпадать с началом прямого (зондирующего) сигнала передатчика, или может быть задержано относительно него на определенное время. Поэтому в каждый момент времени сила тока в отклоняющих катушках, а следовательно, и соответствующее ей положение следа электронного луча на экране трубки будет соответствовать фиксированной дальности.

В схему развертки дальности (рис. 10) входят:

- каскад запуска развертки (лампа 5);
- схема задержки запуска (лампы 2, 3 и 4);
- схема расширения импульса (лампы 6 и 7);

— схема генератора развертки со схемой усилителя (лампы 9, 10, 11, 12, 13 и 14).

Каскад запуска развертки служит для исключения воздействия на работу схемы случайных импульсов малой амплитуды и для сопряжения схемы развертки дальности с высокочастотным кабелем подачи импульса запуска.

Импульс запуска положительной полярности длительностью 1 мксек и с амплитудой около 50 в подается на управляющую сетку левой половины лампы 5 через разъем 1013 и разделительный конденсатор 509, а через разъем 1014 подается на следующий индикатор.

В каскаде запуска развертки используется левая половина лампы 5 типа 6Н8С. Эта лампа нормально заперта постоянным отрицательным напряжением, поданным на ее управляющую сетку, и отпирается при подаче на сетку положительного импульса запуска. Отрицательное смещение, подаваемое на сетку этой лампы, регулируется в пределах от 5 до 150 в, обеспечивая тем самым отсечку входных импульсов запуска на любом уровне. Постоянная времени в цепи сетки лампы ($RC = 10$ мксек) обеспечивает неискаженную передачу импульса запуска.

Анод лампы запуска соединен с переключателем 721, поэтому при переключении переключателя анод лампы запуска подключается или к сопротивлению 139, или непосредственно к аноду левой половины лампы 6 (основная лампа схемы расширения).

Импульс отрицательной полярности, получающийся в анодной цепи лампы 5, используется для запуска схемы расширения и подается на нее непосредственно или через схему задержки.

Схема задержки запуска применяется для задержки начала развертки дальности относительно момента прихода импульса запуска.

Задержка начала развертки может изменяться от 10 до 50 км при работе на шкалах 200 и 400 км и до 320 км при работе на шкале 80 км.

Принцип работы схемы задержки изложен в приложении в конце книги.

Схема задержки выполнена на трех лампах. Лампа 2 типа 6А7—основная лампа схемы задержки, левая половина лампы 3 типа 6Н8С—катодный повторитель, правая—восстанавливающий диод. Левая половина лампы 4 типа 6Н7С является лампой синхронизации, а на правой ее половине собрана схема ждущего блокинг-генератора.

С каскада запуска импульс запуска через конденсатор 503 поступает на катод диода (правая половина лампы 3). Изменение задержки импульса запуска в указанных выше пределах достигается изменением постоянных напряжений, снимаемых с потенциометров 119, 120 и 124. Постоянная времени в цепи первой сетки лампы 2 (сопротивление 114 и конденсатор 501) подобрана так, чтобы задержка импульса запуска была линейна на всем ее диапазоне. Неискаженная передача выходного импульса схемы задержки на лам-

позволяет учитывать перестройки и смещения по частоте системы стабилизации частоты импульса запуска.

СЕКРЕТНО
Вялелка № 1 к заказу №87с

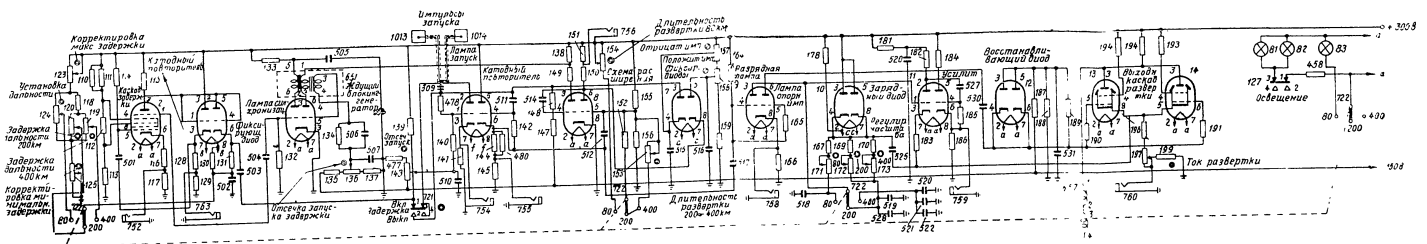


Рис 10. Принципиальная схема разветки дальности ПО-02

пу синхронизации обеспечивается большой постоянной времени переходной цепи (конденсатор 504, сопротивление 132), равной 10 мсек. Так как оба катода лампы 3 с изменением постоянного напряжения, снимаемого с потенциометров 119, 120 и 124, могут иметь сравнительно высокий потенциал относительно земли, то нить накала этой лампы питается от отдельного источника напряжения накала. Для уменьшения разности потенциалов между катодом и нитью накала последняя через высокоомное сопротивление 130 соединяется с движками потенциометров 119, 120 и 124.

Сопротивления 117 и 129 — контрольные и на работу схемы не влияют.

Импульс, выработанный схемой задержки, снимается с катодного сопротивления лампы 2 и подается на сетку лампы синхронизации (левая половина лампы 4). В анодную цепь этой лампы включена одна из обмоток блокинг-трансформатора 651. Две другие обмотки этого трансформатора включены в схему ждущего блокинг-генератора (правая половина лампы 4).

В момент прихода на сетку лампы синхронизации положительного импульса запуска с катода лампы 2 в ее анодной цепи появляется кратковременный отрицательный импульс. Этот импульс посредством индуктивной связи передается с обратным знаком на сетку лампы ждущего блокинг-генератора и отпирает ее. Постоянное отрицательное напряжение, подаваемое на сетку лампы блокинг-генератора и обеспечивающее запирающее лампы до прихода импульса, можно изменять в пределах от 6 до 16,5 в. С приходом импульса блокинг-генератор генерирует в свою очередь одиночный импульс, запускающий схему расширения. Для этого анодные цепи лампы ждущего блокинг-генератора и основной лампы схемы расширения (левая половина лампы 6) связаны друг с другом. Анодный импульс ждущего блокинг-генератора подается на часть анодной нагрузки левой половины лампы 6, состоящей из сопротивлений 138 и 149. Это уменьшает взаимное влияние этих схем. Амплитуда выходного импульса ждущего блокинг-генератора порядка 40 в. Принцип действия ждущего блокинг-генератора изложен в приложении.

Схема расширения служит для увеличения длительности короткого импульса запуска от 1 мсек до длительности, соответствующей заданной дальности.

Индикатор кругового обзора имеет три шкалы дальности 80, 200 и 400 км.

Для дальности 400 км длительность импульса схемы расширения соответственно равна 2670 мсек. Для дальности 200 км длительность импульса должна быть оставлена той же, так как на этой дальности должна быть обеспечена возможность секторного обзора, при котором на экране трубки укладывается 400 км. По тем же соображениям для дальности 80 км длительность импульса выбрана равной 1400 мсек, что соответствует дальности 200 км. Кроме того, расширенный импульс должен быть строго П-образной формы с короткими участками нарастания и спада и не должен зависеть от стабильности частоты импульса запуска.

22
 держка импульса запуска была линейна на всем ее диапазоне, искаженная передача выходного импульса схемы задержки на лам-

Схема расширения с катодным повторителем и ограничивающим диодом включает в себя лампы 6, 7 и правую половину лампы 5. Основным элементом схемы является лампа 6 типа 6Н7С. Правая половина лампы 5 типа 6Н8С — катодный повторитель схемы, а лампа 7 — ограничивающий диод. Принцип действия схемы расширения такого типа изложен в приложении.

Длительность выходных импульсов схемы расширения определяется емкостью конденсатора 512 и величиной сопротивления 152. Постоянная времени этой цепи равна 1,55 мсек, с введением переменных сопротивлений 154 (для шкалы 80 км) и 153 (для шкал 200 и 400 км) эта постоянная времени значительно увеличивается, обеспечивая перекрытие заданных длительностей разверток.

Использование катодного повторителя (правой половины лампы 5) анодного импульса левой половины лампы 6 уменьшает время восстановления схемы, так как оно определяется постоянной времени цепи, состоящей из основного конденсатора 512 и малого входного сопротивления сетка—катод правой половины лампы 5. Наличие катодного повторителя удобно еще тем, что при этом отрицательный запирающий импульс, подаваемый в остальные цепи, получается достаточной мощности.

Кроме вышеуказанного, на время восстановления схемы существенное влияние оказывают паразитные междуэлектродные емкости анод—сетка, создающие дополнительные перепады анодного напряжения в начале и в конце импульса. Ограничение этих перепадов производится включением в анодные цепи ламп диодов (лампа 7), чем достигается ограничение времени установления за счет ограничения напряжения перепада.

Фиксация положительного напряжения схемы расширения левым диодом 7 (левая половина лампы 6Х6С) происходит примерно на уровне напряжения 270 в, а отрицательного напряжения — правым диодом 7 (правая половина лампы 6Х6С) на уровне 170 в. Амплитуда выходного импульса схемы расширения порядка 120 в. Нить накала лампы 5 питается от отдельного источника напряжения накала.

Выходной П-образный импульс схемы расширения, снимаемый с катодного сопротивления правой половины лампы 5, подается на управляющую сетку разрядной лампы (левая половина лампы 9) схемы генератора пилообразного напряжения со следующей емкостной связью.

Схема генератора развертки дальности вырабатывает напряжение пилообразной формы. Длительность вырабатываемого пилообразного импульса определяется длительностью импульса схемы расширения. Схема состоит из генератора пилообразного напряжения (левая половина лампы 9 типа 6Н7С) и зарядного диода 10 типа 6Х6С.

На сетку левой половины лампы 9 поступает П-образный импульс с катодного повторителя схемы расширения. Конденсатор 518 (519, 528, 520, 521, 522) заряжается от конденсатора 525 цепи об-

ратной связи через сопротивления 167 и 171 (169 и 172, 170 и 173) до тех пор, пока к сетке разрядной лампы приложен отрицательный импульс схемы расширения. С прекращением импульса конденсатор разряжается через левую половину лампы 9.

Принцип действия такой схемы изложен в приложении.

Постоянная времени цепи сетки левой половины лампы 9 (разрядной лампы), определяемая емкостью конденсатора 517 и величиной сопротивления 164, равна 0,25 сек. Такая постоянная времени обеспечивает неискаженную передачу расширенного импульса на обе сетки лампы 9. Скорость нарастания пилообразного напряжения и его амплитуда определяются параметрами постоянных и переменных сопротивлений 167—171, 169—172, 170—173 и конденсаторов 518, 519 и 528, 520, 521 и 522 соответственно для масштабов дальности 80, 200 и 400 км.

Амплитуда пилообразных напряжений в среднем положении движков потенциометров масштаба развертки (171, 172, 173) равна 40 в (для шкал 80 и 200 км) и 30 в (для шкалы 400 км).

Для получения линейного пилообразного напряжения ток заряда конденсатора должен сохраняться постоянным. Это достигается путем подачи на катод зарядного диода напряжения, близкого по форме к напряжению на конденсаторе 518 (519, 528, 520, 521, 522). Для этого зарядные сопротивления подключаются к шине +300 в через диод 6Х6С (лампа 10). Диод автоматически запирается на время заряда конденсатора 518 (519, 528, 520, 521, 522), так как на его катод подается дополнительное положительное напряжение через конденсатор 525 с катодной нагрузки выходной лампы.

Емкость конденсатора 525 цепи обратной связи выбрана примерно в 80 раз больше максимальной емкости зарядной цепи (конденсатор 520, 521, 522), и, следовательно, постоянная времени цепи обратной связи получается значительно больше постоянной времени зарядной цепи.

При этом линейность развертки получается такой, что на всех шкалах дальности наибольшее отклонение пилообразного напряжения от линейного закона не превышает 1,5—2%.

Следовательно, во время подачи на сетку левой половины лампы 9 отрицательного импульса схемы расширения на аноде ее будет положительное пилообразное напряжение, линейное во времени.

Как только действие импульса схемы расширения кончается, лампа 9 отпирается и происходит быстрый разряд зарядного конденсатора 518 (519, 528, 520, 521, 522) через лампу.

Пилообразное напряжение с зарядного конденсатора подается на схему усилителя с обратной связью.

Нить накала диода питается от отдельного источника напряжения накала.

Схема усилителя с обратной связью служит для усиления пилообразного напряжения, снимаемого с зарядного конденсатора. В схему входят лампы 11, 12, 13 и 14. Лампа 11 типа 6Н8С — усилитель, лампа 12 типа 6Х6С — восстановитель постоянной составля-

ющей и лампы 13 и 14 типа 6ПЗ — выходные лампы схемы развертки дальности.

Принцип действия такой схемы изложен в приложении в конце книги.

Левая половина лампы 11 усиливает напряжение, равное разности между линейным напряжением на зарядном конденсаторе 519 (519, 528, 520, 521, 522) и напряжением, поданным на ее катод через сопротивление 183. С анода первой усилительной лампы (левая половина лампы 11) через переходной конденсатор 527 это разностное напряжение подается на сетку второго усилительного каскада (правая половина лампы 11). Усиленное разностное напряжение снимается с анода правой половины лампы 11 и подается на сетки выходных ламп 13 и 14 цепи развертки дальности. В анод левой половины усилительной лампы 11 включена развязывающая цепь из сопротивления 181 и конденсатора 526. Эта развязывающая цепь уменьшает воздействие импульсов, которые могут попасть на анодную шину на сетку второй усилительной лампы (правая половина лампы 11), чем достигается устойчивость режима схемы с обратной связью. Постоянная времени сеточной цепи второй лампы усилителя равна 30 мсек, что обеспечивает неискаженную передачу на ее сетку пилообразного напряжения наибольшей длительности. Величина разностного напряжения между сеткой и катодом левой половины лампы 11 — $0,5 \div 0,76$ в. Коэффициент усиления усилителей (лампы 11) с включенной обратной связью порядка $150 \div 200$.

При передаче импульса с анода второго усилительного каскада (правая половина лампы 11) на сетки выходных ламп 13 и 14 происходит заряд конденсатора 530. За время отсутствия импульса конденсатор должен полностью разрядиться, так как оставшийся на нем заряд внесет значительные искажения.

Для исключения возможных искажений в схему включен восстанавливающий диод (лампа 12).

Восстановление постоянной составляющей напряжения на конденсаторе 527 осуществляется сеточной цепью правой половины лампы 11. Принцип работы лампы восстановления постоянной составляющей изложен в конце книги в приложении.

Выходные лампы до прихода пилообразного напряжения заперты постоянным отрицательным смещением на управляющих сетках. С момента поступления со схемы расширения на сетку разрядной лампы (левая половина лампы 9) отрицательного импульса выходные лампы отпираются положительным импульсом, образующимся на анодной нагрузке правой половины лампы 11. Для этого ее анод гальванически связан с анодом правой половины лампы 9.

Правая половина лампы 9, отпираясь и запираясь одновременно с разрядной лампой (левая половина лампы 9), изменяет напряжение на аноде правой половины лампы 11, обеспечивая этим отпирание выходных ламп на время прямого хода развертки дальности и запираание их на время обратного хода.

26

Смещение на сетки выходных ламп 13 и 14 снимается с делителя напряжения, состоящего из сопротивлений 187 и 188, и равняется примерно 80 в. Постоянная времени сеточной цепи выходных ламп определяется величиной сопротивления 189, емкостью конденсатора 530 и равна 30 мсек, что обеспечивает неискаженное прохождение импульса с анода правой половины лампы 11 на сетки выходных ламп.

В анодную цепь выходных ламп 13 и 14 включены отклоняющие катушки 657. Линейный пилообразный ток, питающий обмотки этих катушек, смещает луч электронно-лучевой трубки в радиальном направлении, образуя развертку дальности.

Амплитуда выходного тока регулируется потенциометром 197 в пределах от 100 до 350 мА.

Амплитуда тока, необходимая для отклонения луча на весь экран трубки, должна быть порядка 170 мА. Такая амплитуда выходного тока позволяет смещать луч по диаметру трубки в режиме секторного обзора. Применение в выходном каскаде двух ламп, работающих в параллель, объясняется большой амплитудой выходного тока.

Сопротивления 190 и 191 в цепях управляющих сеток и сопротивления 192 и 193 в цепях экранирующих сеток служат для предотвращения возбуждения ламп выходного каскада развертки на высоких частотах.

В индикаторе кругового обзора применены отклоняющие катушки открытого типа. Такие катушки и режим их работы описаны в приложении. Данные катушек, примененных в блоке, следующие: индуктивность 0,130 мГн, число витков 2 000. Отклоняющие катушки шунтируются сопротивлением 194, установленным для гашения собственных колебаний, которые могут возникнуть в контуре отклоняющих катушек, образованном индуктивностью катушки с паразитной емкостью.

§ 8. Схема смешивания и усиления масштабных отметок дальности и азимута

Для того чтобы на экране трубки создать линии электрического масштаба дальности и азимута, на управляющий электрод трубки необходимо подать импульсы с блока масштабных отметок дальности (блок ДА-01) и с блока масштабных отметок азимута (блок ЖА-50).

Подаваемые на управляющий электрод трубки импульсы масштабных отметок должны регулироваться по соотношению амплитуд и совместно по общей амплитуде отметок масштабной сетки. Для этого в индикаторе предусмотрена возможность выделения импульсов 50 и 100-километровых отметок дальности и 30-градусных отметок азимута и регулировки амплитуды выделенных сигналов. Эти задачи решаются схемой смешивания и усиления масштабных отметок.

27

Принципиальная схема цепи смешивания и усиления масштабных отметок дальности и азимута приведена на рис. 11. В схему входят: входная лампа 15 типа 6Н8С, ограничивающий диод—лампа 16 типа 6Х6С, смешивающая лампа 17 типа 6Ж4 и выходная лампа 18 типа 6Н8С.

Входная лампа представляет собой два катодных повторителя, служащих для устранения в индикаторе влияния внешних цепей на цепи смешивания. Импульсы отметок повторяются на катодных сопротивлениях 211 и 213 этих ламп и соответственно подаются на аноды двойного диода 16 (отсекающие диоды), работающего как амплитудный ограничитель с последовательно включенным диодом Катоде диода через сопротивления соединены с катодом усиленной лампы 17.

Постоянный потенциал на катode усиленной лампы задается положительным потенциалом на ее управляющей сетке. Разность потенциалов между анодами и катодами диода до прихода импульсов определяется разностью постоянных напряжений, поданных на сетки ламп входных катодных повторителей (обе половины лампы 15) и на сетку лампы усиительного каскада (лампа 17). Эта разность потенциалов выбирается такой, чтобы диод был запертым и открывался только с приходом на его анод положительных импульсов отметок. Постоянное напряжение на управляющих сетках лампы 15 снимается с потенциометров 207 и 208, может изменяться от —55 до —95 в, а относительно потенциала, подаваемого на управляющую сетку лампы 17, от 0 до —40 в до —45 в. Это обеспечивает возможность полной отсеки импульсов. Если же выключателем 728 сетки лампы 15 подсоединить к земле, то эта разность увеличится до —90 в до —95 в. Лампа 15 в этом случае окажется запертой и масштабных отметок не будет.

Смешивание отметок дальности и азимута осуществляется на катодном сопротивлении усиленной лампы 17. Сетка этой лампы по переменному напряжению заземлена через конденсатор 541, следовательно, изменения напряжения в катодной цепи будут усиливаться в анодной цепи этой лампы с тем же знаком. Поскольку длительность импульса отметок мала (порядка 1 мксек), то усилитель должен быть широкополосным. Амплитуду масштабного импульса дальности (при постоянной величине отсеки) определяет коэффициент усиления усилителя с катодным выходом (лампа 17), а также отношение величин переменных сопротивлений 216 и 217 к величине выходного сопротивления этого усилителя.

Коэффициент усиления масштабных импульсов дальности регулируется в пределах от 0,5 до 10 изменением величины сопротивления 216, а коэффициент усиления масштабных импульсов азимута регулируется в пределах от 1 до 10 изменением величины сопротивления 217. Конденсатор 540—блокировочный. Катушка индуктивности 652 включена для корректировки частотной характеристики усилительного каскада. Величина индуктивности регулируется карбоновым сердечником.

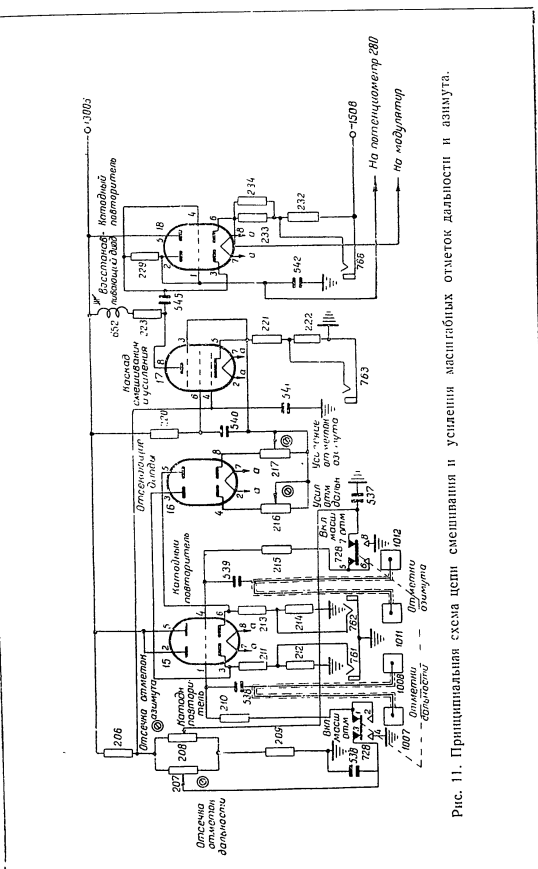


Рис. 11. Принципиальная схема цепи смешивания и усиления масштабных отметок дальности и азимута.

Усиленные импульсы с анода лампы 17 через переходной конденсатор 545 подаются на сетку лампы выходного катодного повторителя (чтобы искажения импульсов отметок при передаче их в трубку были минимальными, на выходе схемы включен катодный повторитель). Левая половина лампы 18 служит для восстановления постоянной составляющей напряжения на переходном конденсаторе 545.

Емкость переходного конденсатора 545 и величина сопротивления утечки катодного повторителя (правая половина лампы 18) определяют постоянную времени цепи порядка 0,25 сек., что обеспечивает неискаженное прохождение серии импульсов отметок азимута. Постоянное напряжение на сетке катодного повторителя при вращении ручки ЯРКОСТЬ (переменное сопротивление 280 на рис. 12) может меняться от 150 до +50 в. Конденсатор 542 — блокировочный. Сопротивления 212, 214, 222 и 232 — контрольные и на работу схемы не влияют.

С катода правой половины лампы 18 импульсы маркированных отметок подаются на управляющий электрод электроннолучевой трубки.

Принципы действия схемы катодного повторителя, схемы амплитудного ограничителя и схемы широкополосного усилителя изложены в приложениях в конце книги.

§ 9. Схема усиления отраженных сигналов и сигналов опознавания

Схема усиления отраженных сигналов и сигналов опознавания служит для усиления импульсов, поступающих со смесительного устройства (СБ-50). В схему входят три одинаковых широкополосных усилителя с общей анодной нагрузкой, на которой происходит смешивание отраженных сигналов и сигналов опознавания. На выходе цепи усиления поставлен катодный повторитель.

Принципиальная схема усиления отраженных сигналов и сигналов опознавания приведена на рис. 12. В схему входят: усилитель отраженных сигналов вертикального канала (лампа 19 типа 6Ж1), усилитель сигналов опознавания (лампа 20 типа 6Ж4), усилитель отраженных сигналов наклонного канала (лампа 21 типа 6Ж4) и выходная лампа 25 типа 6П18С. Поскольку все усилители схемы одинаковы, рассмотрим один из них, например, усилитель отраженных сигналов вертикального канала.

Положительный импульс отраженного сигнала с амплитудой $2 \div 2,5$ в от блока СБ-50 подается на управляющую сетку лампы широкополосного усилителя через разъем 1005, разделительный конденсатор 548 и сопротивление 236.

С делителя напряжения, состоящего из сопротивлений 239, 240 и 241 и включенных между шиной -150 в и землей, при замыкании контактов 1—3 выключателя 718 на управляющую сетку лампы 19 подается постоянное смещение порядка 1,5 в. С приходом отраженного сигнала в анодной цепи лампы появляется усиленный импульс

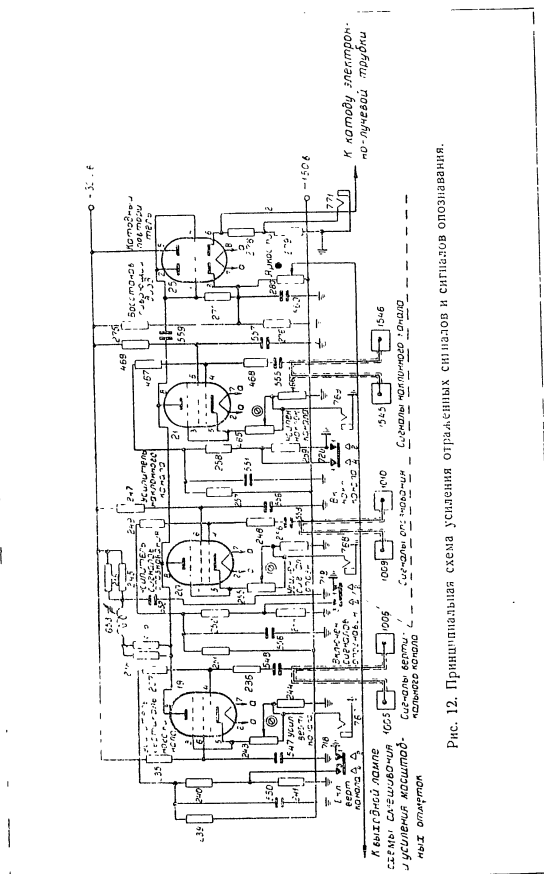


Рис. 12. Принципиальная схема усиления отраженных сигналов и сигналов опознавания.

отраженного сигнала отрицательной полярности. При размыкнутах контактах 1—3 выключателя 718 напряжение на управляющей сетке понижается до -40 в. Конденсатор 550 блокирует цепь управляющей сетки, а конденсатор 517 — цепь экранирующей сетки лампы. Сопротивление 236 ограничивает сеточные токи лампы при подаче на ее управляющую сетку импульсов с большими амплитудами.

Коэффициент усиления лампы 19 регулируется изменением в лампны сопротивления 213 в пределах от 3 до 15. Сопротивление 244 — контрольное.

В анодной цепи усилительных ламп последовательно с анодным сопротивлением включена корректирующая катушка (дроссель в.ч.) 653, индуктивность которой регулируется карбоновым сердечником. Величина анодного сопротивления 216 и 218 и индуктивность корректирующей катушки определяют полосу пропускания усилителя в 1,8 мГц.

Развивающаяся цепь в анодной цепи усилительных ламп состоит из сопротивления 215 и 219 и конденсатора 552. Она снижает анодное напряжение лампы до 90—140 в, обеспечивая этим нормальный режим работы этих ламп и ограничивая рассеиваемую на их анодах мощность.

Отраженные сигналы с анодов усилительных ламп через переходный конденсатор 559 поступают на сетку правой половины лампы 25 (6П18С) выходного катодного повторителя схемы усиления. Восстанавливающий диод (левая половина лампы 25) фиксирует постоянный потенциал на сетке выходного катодного повторителя после переходного конденсатора 559.

На катод трубки с сопротивлением 278 через лампу катодного повторителя 25 подается постоянное напряжение порядка $+50 \pm 50$ в, снимаемое с делителя, состоящего из сопротивлений 275, 276 и 280, включенных: первое — между шиной $+300$ в и землей, второе — между шиной $+150$ в и землей.

Как уже говорилось выше, напряжение, поступающее на управляющий электрод, снимается с переменного сопротивления 280. При вращении ручки ЯРКОСТЬ напряжение на управляющем электроде трубки относительно потенциала ее катода будет изменяться в пределах от 0 до -200 в.

Это обеспечивает полное загибание электронного луча трубки на управляющему электроду. Сопротивление 279 в катод лампы — контрольное. С приходом на катод трубки усиленного отрицательного отраженного сигнала потенциал управляющего электрода трубки по отношению к катоду усиливается и экран трубки в это время засвечивается. Работа схемы широкополосного усилителя, схемы катодного повторителя и схемы восстанавливающего диода изложена в приложении.

§ 10. Схема вращения развертки дальности

Для получения вращения развертки дальности в индикаторе кругового обзора используется вращение отклоняющей катушки син-

хронно с антенной. На рис. 13 представлена принципиальная схема вращения развертки дальности.

Цепь вращения развертки дальности состоит из блока сервомотора БСМ-01, отклоняющей системы 657 и сервоусилителя. В блок сервомотора БСМ-01 входит: сельсигна 702 точного слежения типа СС-105, сельсигна 703 грубого слежения типа СС-405 и электродвигатель 701 типа СМ-262.

Статорные обмотки сельсигналов индикатора соединены с роторными обмотками сельсигналов-датчиков, размещенных в блоке ФД-01. Напряжение с роторных обмоток сельсигналов индикатора через разъем 1015 поступает на вход сервоусилителя, а с выхода сервоусилителя — на обмотку возбуждения электродвигателя.

При вращении антенны напряжения расселасования, снимаемые с роторных обмоток сельсигналов блока сервомотора, усиливаются сервоусилителем и воздействуют на обмотку возбуждения сервомотора, ротор которого вызывает вращение синхронно и синфазно с антенной. Электродвигатель через редуктор вращает отклоняющую катушку 657 индикатора.

Отклоняющая система механически связана с блоком сервомотора.

Принцип действия синхронной передачи угла поворота антенны, конструкция и кинематическая схема блока сервомотора БСМ-01 и описание схемы сервоусилителя приведены в описании синхронно-следящей системы (Техническое описание, ч. III).

Сопротивления 101, 102 и 103 включены в цепь питания электродвигателя (220 в) последовательно с якорем и определяют величину питающего тока.

Сопротивления 483 и 481, включенные параллельно обмотку двигателя, и контрольные сопротивления 484 и 482 служат для контроля надежности контакта между коллектором и щетками по приборам, включаемым в контрольные гнезда 811 и 812. Расположение трубки и отклоняющей системы на шасси блока показано на рис. 11.

§ 11. Цепь управления рабочим режимом трубки

В цепь управления рабочим режимом трубки входит две раздельные схемы: схема управления фокусировкой и схема засвета. Принципиальная схема цепи управления рабочим режимом трубки приведена на рис. 15. В схему управления фокусировкой входит лампа 37 типа 6П13С. В анодную цепь этой лампы включена фокусирующая катушка, а в цепь управляющей сетки включен потенциометр 475, которым можно изменять постоянный потенциал на сетке.

При этом будет изменяться ток, фокусирующей катушки в пределах от 5 до 20 мА. Фокусировка луча осуществляется регулировкой тока фокусирующей катушки. Конденсатор 599, заземляющий сетку лампы по переменному напряжению, блокировочный. Принцип

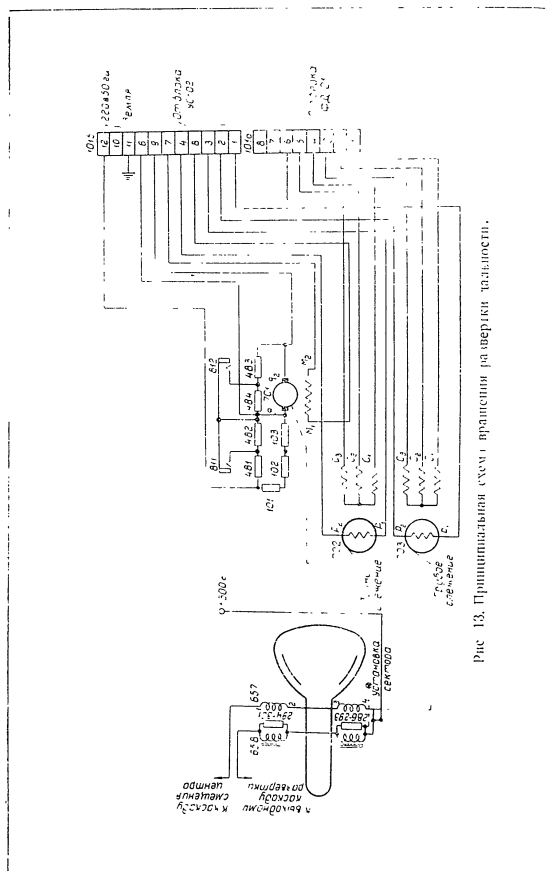


Рис. 13. Принципиальная схема управления на ширину табло.

34

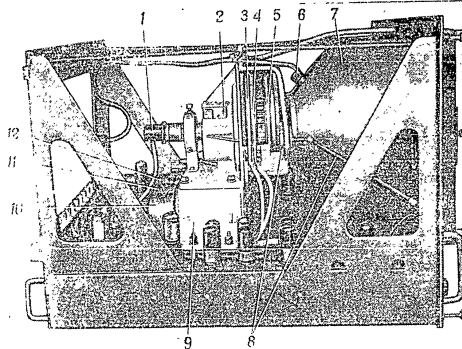


Рис. 14. Расположение трубки и отклоняющей системы для выстрела блока.

1 — ламповая панель электронолучевой трубки; 2 — фокусирующая катушка; 3 — токоступинка отклоняющих катушек; 4 — шестиподъемная отклоняющая катушка; 5 — токосъемник катушки смещения цвета; 6 — конденсатор высоковольтного накала; 7 — токосъемник катушки смещения цвета; 8 — катушка электронолучевой трубки; 9 — элемент механизма установки сектора; 10 — блок смотатора БСМ-01; 11 — элемент механизма; 12 — элемент точного слежения; 13 — электроиндуктор СЛ-202.

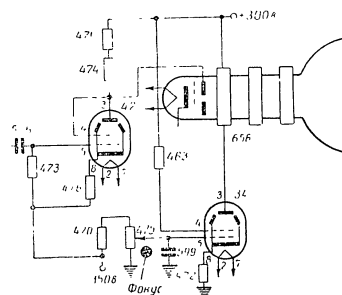


Рис. 15. Принципиальная схема цепи управления рабочим режимом трубки.

35

магнитной фокусировки луча с помощью подобной схемы описан в приложении в конце книги.

В схеме засвета используется лампа Л2 типа 6П3С.

Электроннолучевая трубка должна опираться только на время действия развертки. Для этой цели управляющая сетка (через сопротивление 473) и катод лампы Л2 (через сопротивление 476) соединены с шиной — 150 в, причем напряжение на катоде подбирается таким, чтобы лампа была охерта. Анодное напряжение в это время около 20 в (относительно земли). Этим напряжением трубка запирается по ускоряющему электроду.

Управляющая сетка связана с катодным повторителем схемы развертки дальности (лампа Л) через развязочный конденсатор 565. С приходом на сетку отрицательного импульса напряжение на сетке понижается (относительно катода), лампа запирается, анодное напряжение лампы увеличивается и трубка открывается на все время длительности импульса схемы расширения, т. е. длительности развертки. Постоянная времени переходной цепи (конденсатор 565 и сопротивление 473), равная 100 мкс, обеспечивает неискаженный проход импульса с катода правой половины лампы Л на сетку лампы Л2.

§ 12. Схема смещения центра развертки

Схема смещения центра развертки служит для перемещения начала развертки в любую точку экрана трубки в режиме секторного обзора.

Перемещение начала развертки осуществляется подачей постоянного тока в катушки с замкнутым магнитопроводом. Материал ярма — молибден или пермаллой с малой коэрцитивной силой.

Принципиальная схема смещения в индикаторе центра развертки приведена на рис. 16.

Величина тока в смещающих катушках регулируется изменением тока лампы 26 типа 6П3С. Для этого потенциометром 283, включенным через переключатель 726, регулируется напряжение смещения на сетке лампы.

В режиме секторного обзора переключатель 726 ставится в положение 2—1. Через лампу проходит ток. В этом случае сопротивление 282 ограничивает подачу положительного напряжения на сетку лампы 26, предохраняя ее тем самым от перегрузки. Сопротивление 281, включенное в катодную цепь лампы, увеличивает ее внутреннее сопротивление и уменьшает амплитуду импульса анодного тока. Это обеспечивает плавное изменение анодного тока лампы смещения. Конденсатор 565 — блокировочный.

В режиме кругового обзора на сетку лампы 26 подается полное напряжение с шины — 150 в (положение 2—1 переключателя 726), лампа заперта и ток через нее не идет.

36

Описание конструкции и принципа работ смещающих катушек с замкнутым магнитопроводом дано в приложении.

§ 13. Система контроля цепей

Для контроля работы ламп и питающих напряжений в индикаторе кругового обзора предусмотрены специальные контрольные гнезда. Все контрольные гнезда выведены на переднюю панель блока.

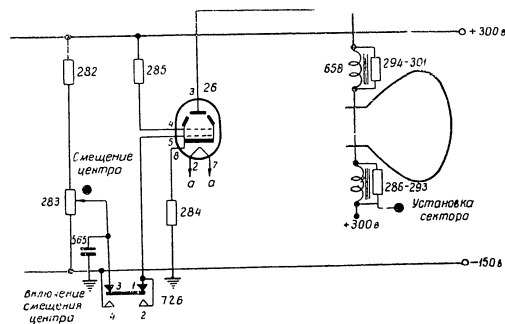


Рис. 16. Принципиальная схема смещения в индикаторе центра развертки.

В каждую контролируемую цепь включаются измерительные (контрольные) сопротивления (последовательно с основными сопротивлениями). С этих сопротивлений снимаются напряжения на контрольные гнезда, в которые включаются приборы (осциллограф или вольтметр). Выбором величин контрольных сопротивлений предусмотрено:

— исключение влияния контрольного сопротивления на работу схемы;

— уравнивание на контрольных гнездах всех проверяемых напряжений, что позволяет пользоваться прибором с одной шкалой;

— исключение шунтирования контрольных сопротивлений измерительными приборами, что могло бы вызвать искажение формы контролируемых напряжений и осциллограмм.

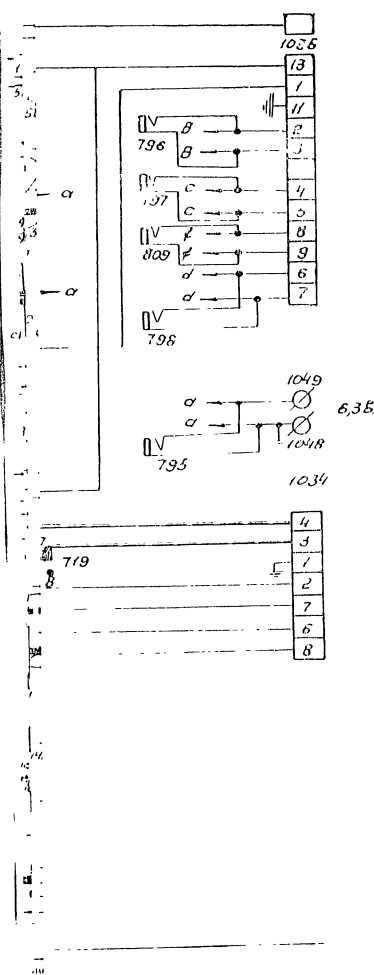
Полная принципиальная схема блока индикатора кругового обзора ПО-02 приведена на рис. 17.

37

СПЕЦИФИКАЦИЯ
К ПОЛНОЙ ПРИНЦИПИАЛЬНОЙ СХЕМЕ БЛОКА ИНДИКАТОРА
КРУТОВОГО ОБЪЕМА ПО-42
(рис. 17)

Обозначение на принципиальной схеме	Наименование	Тип	Эксплуатационные данные
1	Электроприводы выключателя	ЭПДМ-32	
2	"	6А7	
3	"	6П8С	
4	"	6П7С	
5	"	6П8С	
6	"	6П7С	
7	"	6Х6	
9	"	6П7С	
10	"	6Х6С	
11	"	6П8С	
12	"	6Х6С	
13	"	6П3С	
14	"	6П3С	
15	"	6П8С	
16	"	6Х6С	
17	"	6Ж1	
18	"	6П8С	
19	"	6Ж1	
20	"	6Ж1	
21	"	6Ж1	
25	"	6П8С	
26	"	6П3С	
34	"	6П3С	
81	"	6П3С	
82	Лампа минигорюющая		6,3 в, 0,28 а
83	"		6,3 в, 0,28 а
101	Соединитель	П-У	13,5 в, 0,18 а
102	"	П-У	100 ом
103	"	П-У	100 ом
110	"	BC-2,0	68 ком, 10%
111	"	BC-2,0	68 ком, 10%
112	"	BC-0,5	4,7 ком, 10%
113	"	BC-0,5	4,7 ком, 10%
114	"	BC-1,0	1 Мом, 10%
115	"	BC-1,0	1,2 Мом, 10%
116	"	BC-0,5	10 ком, 10%
117	"	BC-0,25	100 ом, 10%
118	"	BC-2,0	39 ком, 10%
119	"	СН-2-47-А	47 ком
120	"	СН-2-47-А	47 ком
123	"	Переменное проводочное, тип 1	10 ком, 4 вт
124	"	Переменное проводочное, тип 2	18 ком, 1 вт
125	"	Переменное проводочное, тип 1	10 ком, 4 вт

СЕКРЕТНО
Вклейка № 2 к заказу № 87с





СЕКРЕТНО
Вклейка № 2 к заказу № 87с

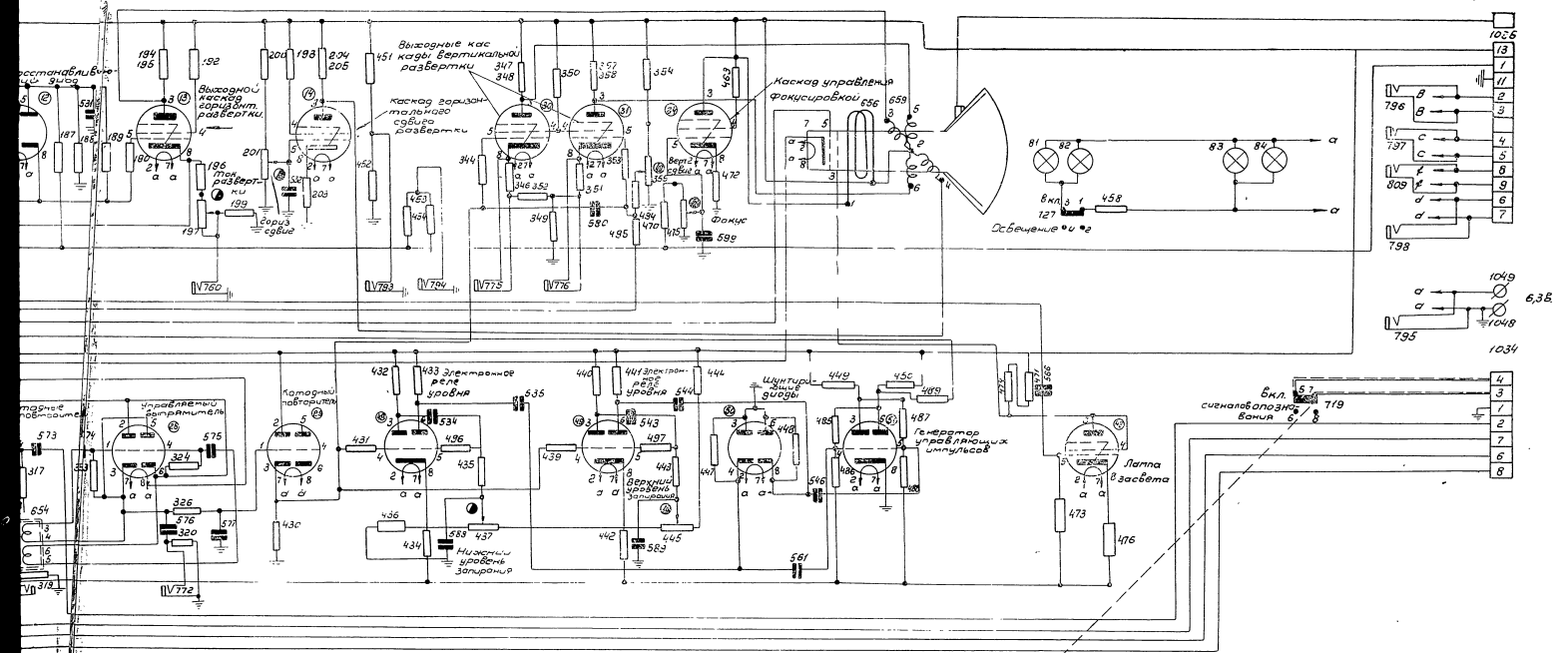


Рис. 17. Принципиальная схема блока индикации критического уровня

Declassified in Part - Sanitized Copy Approved for Release @ 50-Yr 2014/05/13 : CIA-RDP81-01043R004700200001-3

Продолжение

Обозначение на принципи- пальной схеме	Наименование	Тип	Электрические данные
128	Сопrotивление	BC-2.0	47 ком, 10%
129	"	BC-0.25	100 ом, 10%
130	"	BC-0.25	1 Мом, 10%
131	"	BC-0.5	10 ком, 10%
132	"	BC-0.25	1 Мом, 10%
133	"	BC-2.0	47 ком, 10%
134	"	BC-0.5	27 ком, 10%
135	"	BC-0.5	0,22 Мом, 10%
136	"	СП-2-22-А	22 ком
137	"	BC-0.5	10 ком, 10%
138	"	BC-0.25	560 ом, 10%
139	"	BC-1.0	3,3 ком, 10%
140	"	BC-0.25	22 ком, 10%
141	"	СП	25 ом, 5%
142	"	BC-0.25	0,46 Мом, 10%
143	"	СП-2-220-А	22 ком
144	"	BC-2.0	47 ком, 10%
145	"	BC-0.25	100 ом, 10%
146	"	BC-0.25	1 Мом, 10%
147	"	BC-1.0	0,33 Мом, 5%
148	"	BC-1.0	0,47 Мом, 5%
149	"	BC-2.0	22 ком, 10%
150	"	BC-2.0	22 ком, 10%
151	"	BC-0.25	100 ом, 10%
152	"	BC-0.5	0,47 Мом, 10%
153	"	СП-2-1000-А	1 Мом
154	"	СП-2-1000-А	1 Мом
155	"	BC-0.5	0,82 Мом, 10%
156	"	BC-0.5	0,47 Мом, 10%
157	"	Переменное проволоч- ное, тип 1	10 ком
158	"	Переменное проволоч- ное, тип 1	10 ком
159	"	BC-2.0	10 ком, 10%
164	"	BC-1.0	1 Мом, 10%
165	"	BC-0.25	0,1 Мом, 10%
166	"	BC-0.25	56 ом, 10%
167	"	BC-1.0	1 Мом, 10%
169	"	BC-1.0	1 Мом, 10%
170	"	BC-1.0	1 Мом, 10%
171	"	СП-2-1500-А	1,5 Мом
172	"	СП-2-1500-А	1,5 Мом
173	"	СП-2-1500-А	1,5 Мом
178	"	BC-0.25	1 Мом, 10%
181	"	BC-0.5	10 ком, 10%
182	"	BC-1.0	33 ком, 10%
183	"	BC-0.5	2,7 ком, 10%
184	"	BC-2.0	47 ком, 10%
185	"	BC-0.25	1 Мом, 10%
186	"	BC-0.25	100 ом, 10%
187	"	BC-0.25	0,1 Мом, 10%
188	"	BC-0.25	0,12 Мом, 10%
189	"	BC-0.25	1 Мом, 10%

Продолжение				Продолжение			
Обозначение на принципиальной схеме	Наименование	Тип	Электрические данные	Обозначение на принципиальной схеме	Наименование	Тип	Электрические данные
190	Соппротивление	BC-0.25	5,6 ком, 10%	276	Соппротивление	BC-1.0	39 ком, 10%
191	"	BC-0.25	5,6 ком, 10%	277	"	BC-0.25	0,22 Мом, 10%
192	"	BC-1.0	100 ом, 10%	278	"	BC-1.0	10 ком, 10%
193	"	BC-1.0	100 ом, 10%	279	"	BC-0.25	56 ом, 10%
194	"	BC-2.0	22 ком, 10%	280	"	СП-2-220-А	220 ком
196	"	ПЭ-1	100 ом	282	"	BC-0.5	0,27 Мом, 10%
197	"	Переменное проволочное, тип 2	200 ом, 4 вт	283	"	СП-2-220-А	0,22 Мом
199	"	СБП	5 ом, 50%	284	"	ПЭ-1	600 ом
206	"	BC-1.0	56 ком, 10%	285	"	BC-1.0	100 ом, 10%
207	"	СП-2-22-А	22 ком	286	"	BC-0.25	4,7 ком, 10%
208	"	СП-2-22-А	22 ком	287	"	BC-0.25	4,7 ком, 10%
209	"	BC-0.5	15 ком, 10%	288	"	BC-0.25	4,7 ком, 10%
210	"	BC-0.5	1 Мом, 10%	289	"	BC-0.25	4,7 ком, 10%
211	"	BC-1.0	15 ком, 10%	290	"	BC-0.25	4,7 ком, 10%
212	"	BC-0.25	150 ом, 10%	291	"	BC-0.25	4,7 ком, 10%
213	"	BC-1.0	15 ком, 10%	292	"	BC-0.25	4,7 ком, 10%
214	"	BC-0.25	15 ком, 10%	293	"	BC-0.25	4,7 ком, 10%
215	"	BC-0.25	1 Мом, 10%	294	"	BC-0.25	4,7 ком, 10%
216	"	СП-2-10-А	10 ком	295	"	BC-0.25	4,7 ком, 10%
217	"	СП-2-4,7-А	4,7 ком	296	"	BC-0.25	4,7 ком, 10%
218	"	BC-2.0	8,2 ком, 10%	297	"	BC-0.25	4,7 ком, 10%
219	"	BC-2.0	10 ком, 10%	298	"	BC-0.25	4,7 ком, 10%
220	"	BC-0.5	33 ком, 10%	299	"	BC-0.25	4,7 ком, 10%
221	"	BC-2.0	10 ком, 10%	300	"	BC-0.25	4,7 ком, 10%
222	"	BC-0.25	56 ом, 10%	301	"	BC-0.25	4,7 ком, 10%
223	"	BC-0.5	4,7 ком, 10%	302	"	BC-2.0	0,1 Мом, 10%
229	"	BC-0.25	1 Мом, 10%	303	"	BC-0.5	1 ком, 10%
232	"	BC-0.25	56 ом, 10%	304	"	BC-1.0	0,1 Мом, 10%
233	"	BC-2.0	33 ком, 10%	305	"	BC-0.5	0,5 ом, 10%
234	"	BC-2.0	33 ком, 10%	306	"	СПП	0,1 Мом, 10%
235	"	BC-1.0	68 ком, 10%	307	"	BC-2.0	1 ком
236	"	BC-0.25	470 ом, 10%	308	"	BC-0.25	56 ом
237	"	BC-0.25	0,47 Мом, 10%	309	"	BC-0.25	0,47 Мом
239	"	BC-1.0	0,1 Мом, 10%	310	"	BC-0.25	470 ом
240	"	BC-0.5	1 ком, 10%	311	"	BC-1.0	68 ком
241	"	BC-0.5	47 ком, 10%	312	"	BC-0.5	0,1 Мом
243	"	СП-2-1-А	1 ком	313	"	СПЭ-П	5 ком
244	"	BC-0.25	56 ом, 10%	314	"	BC-2.0	470 ом
245	"	BC-2.0	10 ком, 10%	315	"	BC-1.0	0,47 Мом, 10%
246	"	BC-2.0	8,2 ком, 10%	316	"	СПЭ-П	5 ком
247	"	BC-1.0	68 ком, 10%	317	"	СП-2-47-А	47 ком
248	"	BC-0.25	470 ом, 10%	318	"	BC-0.5	150 ом, 10%
249	"	BC-0.25	0,47 Мом, 10%	319	"	BC-0.25	22 ком, 10%
251	"	BC-1.0	0,1 Мом, 10%	320	"	BC-0.25	4,7 ком, 10%
252	"	BC-0.5	1 ком, 10%	321	"	BC-2.0	100 ком, 10%
253	"	BC-0.5	47 ком, 10%	322	"	BC-1.0	1 ком, 10%
255	"	СП-2-1-А	1 ком	323	"	BC-0.25	100 ком, 10%
256	"	BC-0.25	56 ом, 10%	324	"	BC-1.0	1 ком, 10%
257	"	BC-1.0	0,1 Мом, 10%	325	"	BC-0.25	100 ком, 10%
258	"	BC-0.5	1 ком, 10%	326	"	BC-0.25	1 ком, 10%
259	"	BC-0.5	47 ком, 10%	327	"	КСО-5-500-Г-3900-П	3900 пф, 500 в
275	"	BC-1.0	0,15 Мом, 10%	502, 507 510	Конденсатор	КБГ-МП-2В-400- $\frac{3 \times 0.1}{K}$	3×0,1 мкф, 400 в

Продолжение				Продолжение				
Обозначение на принципиальной схеме	Наименование	Тип	Электрические данные	Обозначение на принципиальной схеме	Наименование	Тип	Электрические данные	
503	Конденсатор	КТК-1-500-17-II	47 пф, 500 в	657	Катушка отклоняющая	—	—	
504		КСО-5-250-А-10000-II	10000 пф, 250 в	658			Катушка смещения	—
505		КСО-5-500-А-6800-II	6800 пф, 500 в	701			Двигатель (с выходом средней точки)	СЛ-262
506		КСО-2/3-500-А-1000-II	100 пф, 500 в	702			Сельсин точного слежения	СС-405
509		КСО-2-500-А-470-II	470 пф, 500 в	703			Сельсин грубого слежения	—
511		КБГ-М2-400-0,25-III	0,25 мкф, 400 в	718			Выключатель	—
512	КСО-5-500-Г-3300-II	3300 пф, 500 в	719	Переключатель двухполюсный	—	—		
514	КТК-1-500-А-10-II	10 пф, 500 в	720			Выключатель	—	
515, 516	КБГ-МП-2В-600 $\frac{2}{K}$ III	2x0,5 мкф, 400 в	721			Переключатель	—	
517	КБГ-М2-400-0,25-III	0,25 мкф, 400 в	722			Переключатель пакетный	—	
518	КСО-5-500-А-4700-II	4700 пф, 500 в	726			Выключатель	—	
519	КСО-5-500-Г-4700	4700 пф, 500 в	727			Выключатель	—	
520	КСО-5-500-Г-6800	6800 пф, 500 в	728	Контрольное гнездо	—	—		
521	КСО-5-500-Г-6800-II	6800 пф, 500 в	752			—	—	
522	КБГ-М2-400-0,25-III	0,25 мкф, 400 в	753			—	—	
525	КБГ-МН-2В-400 $\frac{2}{K}$ III	2 мкф, 400 в	754			—	—	
526	КСО-8-500-А-30000-II	30000 пф, 500 в	755			—	—	
527	КСО-5-500-Г-4700-II	4700 пф, 500 в	756			—	—	
528	КСО-8-500-А-30000-II	30000 пф, 500 в	758	—	—	—		
530	КБГ-МП-2В-600 $\frac{2}{K}$ III	2x0,5 мкф, 400 в	759	—	—	—		
531, 599	КБГ-МП-3В-400 $\frac{3}{K}$ III	3x0,1 мкф, 400 в	760	—	—	—		
536, 537, 541	КСО-5-250-А-10000-II	10000 пф, 250 в	761	—	—	—		
538	КСО-5-250-А-1000-II	1000 пф, 250 в	762	—	—	—		
539	КСО-8-500-А-30000-II	30000 пф, 500 в	763	—	—	—		
540	КБГ-МП-3В-400 $\frac{3}{K}$ III	3x0,1 мкф, 400 в	766	—	—	—		
542, 550, 558	КБГ-М2-400-0,25-III	0,25 мкф, 400 в	767	—	—	—		
545	КБГ-МП-2В-600 $\frac{2}{K}$ III	2x0,5 мкф, 400 в	768	—	—	—		
547, 552	КБГ-М2-400-0,25-III	0,25 мкф, 400 в	769	—	—	—		
548	КБГ-МП-3В-400 $\frac{3}{K}$ III	3x0,1 мкф, 400 в	771	—	—	—		
551, 560, 565	КБГ-М2-400-0,25-III	0,25 мкф, 400 в	793	—	—	—		
553	КБГ-МП-3В-400 $\frac{3}{K}$ III	3x0,1 мкф, 400 в	794	—	—	—		
555	КБГ-М2-400-0,25-III	0,25 мкф, 400 в	795	—	—	—		
556, 557	КБГ-М2-400-0,25-III	0,25 мкф, 400 в	797	—	—	—		
559	КБГ-МП-2В-600 $\frac{2}{K}$ III	2x0,5 мкф, 400 в	809	—	—	—		
566	КСО-5-500-А-4700-II	4700 пф, 500 в	811	—	—	—		
651	КБГ-М2-400-0,25-III	0,25 мкф, 400 в	812	—	—	—		
652	Блокнг-трансформатор	—	—	1004	Разъем одноконтактный	—	—	
653	Катушка индуктивности	—	320 мкг*	1005			—	
656	Катушка фокусирующая	—	400 мкг	1006			—	
			—	1007			—	
			—	1008			—	
			—	1009			—	
			—	1010	—			
			—	1011	—			
			—	1012	—			

* Индуктивность без магнитного сердечника.

Обозначение элементов монтажной схемы	Наименование	Тип	Условное графическое обозначение
1013	Разъем 8-по- контактный		
1014	То же		
1015	Разъем 11 кон- тактный		
1016	Разъем 8 кон- тактный		
1017	Разъем 11 кон- тактный		
1545	Разъем 8-по- контактный		
1546	"		
1040	Лампа накала		
1041	"		

4. КОНСТРУКЦИЯ БЛОКА ИНДИКАТОРА

§ 14. Общее описание конструкции

Блок индикатора кругового обзора смонтирован на угловом шасси. На горизонтальной панели сверху установлена электроподушечная трубка, экран которой находится на уровне передней панели. В центре горизонтальной панели установлен блок БСМ 01, на котором укреплены отклоняющая система трубки. По сторонам от отклоняющей системы расположена лампа и блок питания трансформатор.

Под горизонтальной панелью установлены монтажные детали и размещен монтаж схема.

Органы регулировки индикатора выведены под панель и размещены в специальной коробке, расположенной на передней панели. Панель освещается с боков двумя миниатюрными лампочками и закрыта крышкой.

Катушка смещения центра устанавливается оператором в определенном положении, этим выбирается сектор наблюдения в режиме секторного обзора. Ручка вращения этой катушки выведена на переднюю панель и связана с системой смещения центра посредством шарнирного соединения.

Потенциометры, оси которых выведены на переднюю панель, закреплены на специальных стойках, размещенных под горизонтальной панелью. На передней панели электроподушечная трубка закрепляется следующим образом: колба трубки зажимается резиновым кодомом, которое своими плоскими краями, посредством стальной обрамляющей колбы, прикрепляется к передней панели. Горизонтальная трубка закрепляется специальными зажимами, расположенными на фокусирующей катушке.

Для предохранения от случайных ударов колба трубки помещается в алюминиевую кожу.

Продолжение

Перед экраном трубки располагается рама, проем которой закрыт обрамляющей плоской тарелкой толщиной 3-5 мм, предохраняющей оператора от осколков и случайных ударов колбы и служащей одновременно графической шкалой и светодиффузором.

Блок ПЧ 02 соединяется с блоками БН 01, УЧ 02, размещенными с ним в одном шкафу, и с блоками, размещенными в других шкафах (БС 01 и ПЧ 02), через разъемы, расположенные на задней стенке шасси.

Блок индикатора 12 высококачественных разъемов, с помощью которых передается информация (разъемы 1013, 1014), отклоняющая система (разъемы 1006, 1008), отклоняющая система (разъемы 1011, 1012), вертикальных сигналов вертикального отклонения (разъемы 1005, 1006), горизонтальных сигналов горизонтального отклонения (разъемы 1015, 1016), сигналов обнуления (разъемы 1009, 1010).

Питание от блока питания поступает на индикатор через разъем 1011. Напряжение питания поступает в систему от блока БН 01, либо от блока БН 03, выходящих на разъем 1010. Индикатор соединяется с этими же сигналами через разъем 1014.

Напряжение накала, питающее большинство ламп блока, поступает со специальной катушки. Высокое напряжение на анод электронно-лучевой трубки подается через высоковольтный разъем 1011. На задней стенке шасси расположена кнопка блокировки и скоба для крепления кабеля.

Общий вид блока индикатора кругового обзора показан на рис. 18, 19 и 20.

§ 15. Графическая шкала

Графическая шкала индикатора кругового обзора конструктивно выполнена в виде диска с угловой рамой. На этом диске на расстоянии 2 мм от экрана трубки укреплен тонкий лист поликарбоната, на котором выгравирована ширинная линия с миллиметровыми отметками расстояния для шкалы 200 км.

Цель выгравирована вращающейся шкалой, расположенной в правом углу рамки.

С лицевой стороны на подвижный диск накладывается обрамляющее кольцо, крепящееся к рамке четырьмя болтами. На кольце, у края диска, выгравирована шкала с угловыми делениями через 1° от 0 до 360°.

Графическая шкала индикатора кругового обзора показана на рис. 21.

В режиме кругового обзора при отсчете координат цели подвижный диск поворачивается так, чтобы визирная линия проходила через центр изображения цели. Азимут цели считывается по азимутальной шкале, нанесенной на неподвижное кольцо. Наклонная линия цели считывается по кольцам электрической масштабной системы, которая при необходимости графической шкалы дополнительно совмещается с делениями на визирной линии шкалы дальности.

При работе в режиме секторного обзора визирная линия не используется.

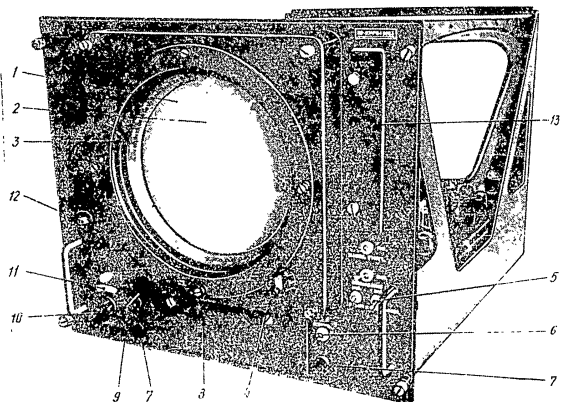


Рис. 18. Общий вид блока индикатора кругового обзора (вид спереди): 1 — экран электроннолучевой трубки; 2 — шкала дальности; 3 — шкала азимутальной шкалы; 4 — ручка вращения шкалы (визирной линии); 5 — выключатель отраженных сигналов наклонного канала; 6 — выключатель освещения линии; 7 — патрон и лампочка с рассеивающим экраном; 8 — диаметр в мм; 9 — выключатель масштаба дальности; 10 — ручка установки дальности; 11 — шкала установки дальности; 12 — ручка установки сектора обзора; 13 — дверца контрольных гнезд.

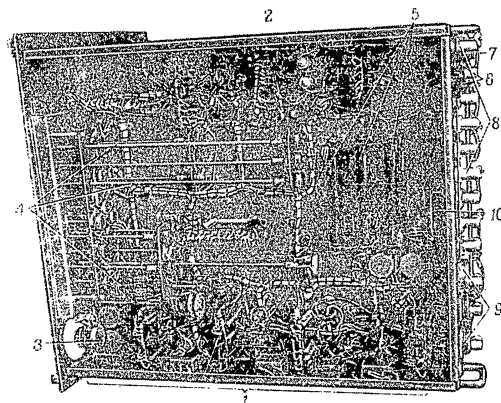


Рис. 20. Общий вид блока индикатора кругового обзора (вид со стороны монтажа): 1 — детали и лампы схемы развертки дальности; 2 — детали и лампы схем смещения и азимутальной развертки; 3 — детали и лампы схем смещения и азимутальной развертки; 4 — детали схем смещения и азимутальной развертки; 5 — детали схем смещения и азимутальной развертки; 6 — детали схем смещения и азимутальной развертки; 7 — детали схем смещения и азимутальной развертки; 8 — детали схем смещения и азимутальной развертки; 9 — детали схем смещения и азимутальной развертки; 10 — детали схем смещения и азимутальной развертки.

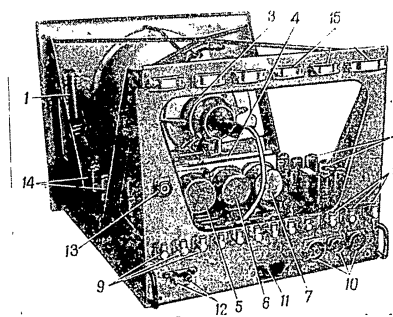


Рис. 19. Общий вид блока индикатора кругового обзора (вид сзади): 1 — колодка с контрольными контактами; 2 — колодка с контрольными контактами; 3 — колодка с контрольными контактами; 4 — колодка с контрольными контактами; 5 — колодка с контрольными контактами; 6 — колодка с контрольными контактами; 7 — колодка с контрольными контактами; 8 — колодка с контрольными контактами; 9 — колодка с контрольными контактами; 10 — колодка с контрольными контактами; 11 — колодка с контрольными контактами; 12 — колодка с контрольными контактами; 13 — колодка с контрольными контактами; 14 — колодка с контрольными контактами; 15 — колодка с контрольными контактами.

1 — колодка с контрольными контактами; 2 — колодка с контрольными контактами; 3 — колодка с контрольными контактами; 4 — колодка с контрольными контактами; 5 — колодка с контрольными контактами; 6 — колодка с контрольными контактами; 7 — колодка с контрольными контактами; 8 — колодка с контрольными контактами; 9 — колодка с контрольными контактами; 10 — колодка с контрольными контактами; 11 — колодка с контрольными контактами; 12 — колодка с контрольными контактами; 13 — колодка с контрольными контактами; 14 — колодка с контрольными контактами; 15 — колодка с контрольными контактами.

5. ОПИСАНИЕ ИНДИКАТОРА КРУГОВОГО ОБЗОРА ПО-03

Выносной индикатор кругового обзора предназначен для совместной работы с командным пунктом типа «Ясень». Во время боевой работы он переносится на командный пункт, располагающийся на расстоянии, не превышающем 300 м от станции.

Индикатор ПО-03 по тактико-техническим данным соответствует индикатору ПО-02. Принципиальные схемы обоих индикаторов различаются незначительно. Отличие заключается в том, что в схеме смещения центра развертки в индикаторе ПО-03 последовательно с основным сопротивлением 283, задающим потенциал на сетку лампы 26 смещения центра развертки, включен потенциометр 479, сопротивление которого значительно меньше сопротивления потенциометра 283 (рис. 22). Благодаря этому появилась возможность плавно регулировать смещение центра развертки.

Конструктивные отличия индикатора ПО-03 от ПО-02 продиктованы требованиями совместной работы индикатора с командным пунктом типа «Ясень» и сводятся к следующему:

1. Для уменьшения параллакса при определении координат целей защитное стекло в индикаторе ПО-03 максимально приближено к экрану трубки.

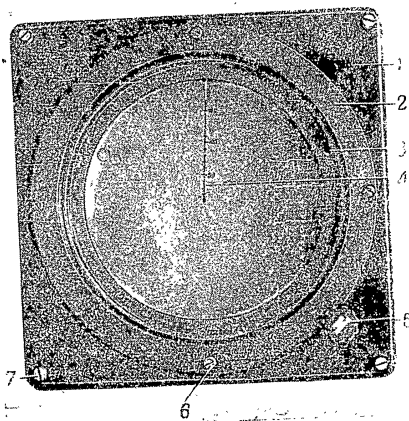


Рис. 21. Графическая шкала индикатора кругового обзора:
1 — рама; 2 — обрамляющее кольцо; 3 — делительная шкала; 4 — визуальная линия; 5 — ручка вращения шкалы (дизирной линии); 6 — винт крепления обрамляющего кольца; 7 — винт крепления рамы.

2. Для точного совмещения начала развертки с картой введен дополнительный ручка регулировки точного смещения центра развертки — СМЕЩЕНИЕ ЦЕНТРА ТОЧНО.

3. Для более удобной подгонки ось потенциометра регулировки тока развертки выведена к ручке ТОК РАЗВЕРТКИ.

4. Для смещения в пределах 360° линии севера (нулевой азимутальной отметки) введена дополнительная ручка УСТАНОВКА СЕВЕРА. Эта ручка связана со шкалой, позволяющей точно установить линию севера.

Установка линии севера в произвольном положении осуществляется с помощью дифференциала, включенного между выходным зубчатым колесом блока БСМ-01 и паразитным зубчатым колесом, связанным с подшипником отклоняющей системы, на котором закреплена отклоняющая катушка. Дифференциал позволяет вручную поворачивать отклоняющую катушку относительно выходной оси блока сервомотора и таким образом перемещать линию севера.

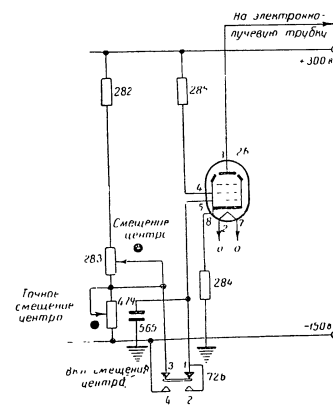


Рис. 22. Принципиальная схема смещения центра развертки в индикаторе ПО-03.

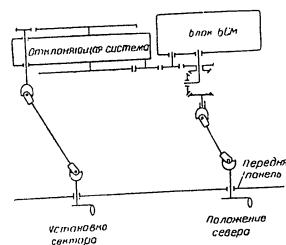


Рис. 23. Кинематическая схема отклоняющей системы.

Кинематическая схема отклоняющей системы приведена на рис. 23.
Общий вид блока индикатора кругового обзора ПО-03 показан на рис. 24.

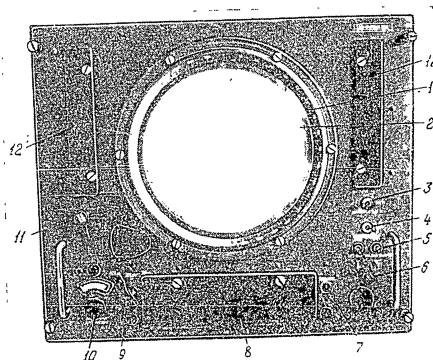


Рис. 24. Общий вид блока индикатора кругового обзора ПО-03 (вид сверху):

1 — азимутальная шкала, 2 — экран электроннолучевой трубки; 3 — выключатель масштабных отметок, 4 — выключатель сигнала опознавания, 5 — выключатель отклоняющей системы, 6 — выключатель отклоняющей системы вертикального канала, 7 — выключатель освещения пини, 8 — выключатель пини, 9 — переключатель масштаба дальности, 10 — ручка установки задержки дальности, 11 — ручка установки дальности, 12 — ручка установки азимута.

Ручки ВЫБОР СЕКТОРА, УСТАНОВКА СЕВЕРА, СМЕЩЕНИЕ ЦЕНТРА ТОЧНО имеют фиксаторы для исключения случайных расстройек прибора при работе.

ГЛАВА II

ИНДИКАТОР ДАЛЬНОСТИ И АЗИМУТА ВО-01

1. ОБЩИЕ СВЕДЕНИЯ ОБ ИНДИКАТОРЕ

§ 16. Назначение

Индикатор дальности и азимута предназначен для работы в системе радиолокационной станции П-20. На его экране воспроизводится план расположения целей в произвольно выбранном, но фиксированном по дальности и по азимуту секторе действия радиолокатора (рис. 25).

Индикатор дальности и азимута служит для получения уточненных данных об азимуте и наклонной дальности цели.

Более точное считывание этих координат возможно благодаря более крупному масштабу развертки на экране трубки по сравнению с масштабами разверток других индикаторов.

На экране индикатора дальности и азимута рассматривается сектор в 60° по азимуту и 50 или 100 км по дальности.

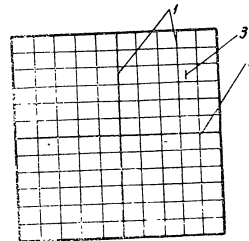


Рис. 25. Изображение на экране индикатора дальности и азимута (масштаб 100 км):

1 — масштабные отметки дальности; 2 — масштабные отметки азимута; 3 — отраженный сигнал.

§ 17. Технические данные

1. Индикация цели осуществляется яркостной отметкой сигнала на экране электроннолучевой трубки.

2. Развертка — горизонтальная (дальность) и вертикальная (азимут).

3. Режим работы блока — обзор в произвольно выбранном секторе, шириной 60° по азимуту.

4. Масштабы дальности — 50 и 100 км.

5. Задержка начала развертки может плавно изменяться от 10 до 350 км.

6. Координаты цели определяются по положению отметки отраженного сигнала относительно сетки электрических масштабных отметок дальности и азимута.

7. Возможно одновременное или раздельное наблюдение на экране трубки отметок отраженных сигналов, поступающих с вертикального и наклонного каналов, а также сигналов, поступающих с выхода приемника опознавания.

§ 18. Составные части

Индикатор дальности и азимута оформлен в виде шкафа, в отсеки которого вставляются следующие блоки:

- блок индикатора дальности и азимута ВО-01;
- блок питания индикатора БП-01;
- телефонная панель ТП-02.

Общий вид шкафа индикатора дальности и азимута показан на рис. 26.

Описание блока питания БП-01 приведено в ч. III Технического описания.

2 ОПИСАНИЕ ИНДИКАТОРА

§ 19. Работа индикатора

Индикатор дальности и азимута является осциллографическим индикатором с горизонтальной и вертикальной развертками и яркостной отметкой сигнала. Основным его элементом является электроннолучевая трубка. Выбранный для наблюдения сектор обзора воспроизводится на экране этой трубки (рис. 25).

Горизонтальная развертка пропорциональна шкале дальности. Эта развертка начинается одновременно с поступлением в блок ВО-01 импульса запуска от манипулятора и поэтому положение каждой точки линии развертки на экране соответствует определенной дальности. Вертикальная развертка пропорциональна шкале азимута. Цепи этой развертки питаются напряжением системы синхронно-следящей передачи угла поворота антенны.

Напряжения развертки по дальности и по азимуту воздействуют на отклоняющую систему электроннолучевой трубки.

Напряжения отраженных сигналов, масштабных отметок дальности, азимута и сигналов опознавания воздействуют на управляющий электрод и катод электроннолучевой трубки точно так же, как и в индикаторе кругового обзора (гл. I, § 4).

Отраженные сигналы и сигналы опознавания создают на экране изображения в виде вертикальных черточек, масштабные отметки дальности — в виде ряда вертикальных линий, соответствующих фиксированным дальностям, масштабные отметки азимута — в виде ряда горизонтальных линий, соответствующих фиксированным углам поворота антенной системы.

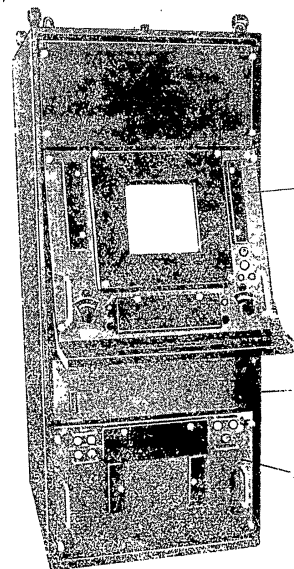


Рис. 26. Общий вид шкафа индикатора дальности и азимута ВО-01:
1 — блок ВО-01; 2 — блок БП-01; 3 — телефонная панель ТП-02.

§ 20. Упрощенная скелетная схема

В упрощенную скелетную схему индикатора дальности и азимута (рис. 27) входят:

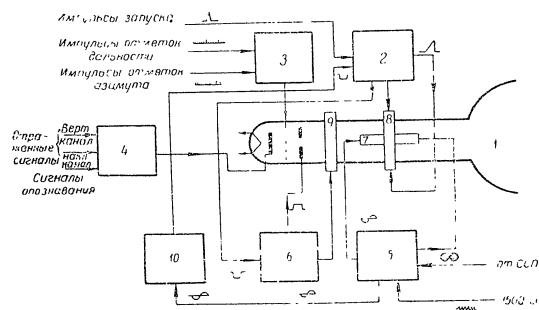


Рис. 27. Упрощенная скелетная схема индикатора дальности и азимута.
1 — электроннолучевая трубка, 2 — цепь развертки дальности, 3 — цепь смешивания и усиления масштабных отметок дальности и азимута, 4 — цепь развертки азимута, 5 — цепь управления рабочим режимом трубки, 6 — цепь записи развертки по азимуту, 7 — цепь фокусировки, 8 — цепь горизонтального отклонения, 9 — цепь вертикального отклонения, 10 — цепь питания развертки по азимуту.

- электроннолучевая трубка 1;
- цепь развертки дальности 2;
- цепь смешивания и усиления масштабных отметок дальности и азимута 3;
- цепь усиления отраженных сигналов и сигналов опознавания 4;
- цепь развертки азимута 5;
- цепь управления рабочим режимом трубки 6;
- цепь записи развертки по азимуту 10.

В цепях развертки дальности 2 и азимута 5 вырабатывается горизонтальная развертка, перемещающаяся по экрану электроннолучевой трубки 1 снизу вверх, синхронно с вращением антенны.

На развертке засвечиваются масштабные отметки дальности и азимута, создавая на экране масштабную сетку.

Отраженные сигналы засвечивают вертикальные черточки на экране в местах, соответствующих их расположению в пространстве.

Рабочий режим трубки создается цепью питания 6.

В цепь развертки дальности входят отклоняющие катушки горизонтального отклонения луча 8, а в цепь развертки азимута — катушки вертикального отклонения луча 7.

Фокусирующая катушка 9 входит в цепь питания трубки.

§ 21. Полная скелетная схема

Полная скелетная схема индикатора дальности и азимута приведена на рис. 28.

Электроннолучевая трубка. В индикаторе дальности и азимута применяется электроннолучевая трубка типа 31ЛМ32. Управление дугой трубки такое же, как и в индикаторе кругового обзора (§ 6). Очертание трубки и цепи ее питания приведены в конце книги в приложении.

Как и в индикаторе кругового обзора, пиктограммный ток в отклоняющих катушках вырабатывается в цепи развертки дальности.

Цепь развертки дальности состоит из схемы задержки 1, схемы запуска и расширения 2, схемы генератора пиктограммного напряжения 3 и усилителя тока с обратной связью 4. Отклонение электронного луча от одного края экрана трубки к другому краю (развертка) происходит под действием магнитного поля отклоняющих катушек. В цепи развертки дальности вырабатывается периодический пиктограммный ток для питания этих катушек. В соответствии с изменением тока в отклоняющих катушках изменяется магнитное поле катушек, и в зависимости от этого электронный луч трубки периодически перемещается по экрану.

Для определения дальности цели необходимо, чтобы момент нарастания тока в отклоняющих катушках совпадал с моментом появления импульса задержки или был задержан относительно этого момента на строго определенное время. Для этого роль развертки дальности выполняет импульсом запуска 1, поступающим от манипулятора через блок ДА-01.

В цепи развертки дальности предусмотрена возможность работы на двух масштабных шкалах — 50 и 100 км.

Переключение шкал производится переключателем 724. Импульс запуска, в зависимости от положения переключателя 721 подается или на схему расширения через лампу запуска, или через ту же лампу запуска на схему задержки 1. Действующая амплитуда импульса запуска регулируется потенциометром 143 ОТ-СЕТКА ЗАПУСКА.

Схема задержки. В зависимости от выбранной масштабной шкалы на экране индикатора может рассматриваться участок дальности в 50 или 100 км. С помощью задержки начала развертки можно выводить на экран любой участок дальности в 50 или 100 км в пределах всей дальности действия станции.

Задержку начала развертки устанавливают потенциометром, ось которого имеет ручку УСТАНОВКА ДИСТАНЦИИ со шкалой. На шкале потенциометра 124 каждого из масштабов (50 или 100 км) имеется свой визир.

Для корректировки величины максимальной и минимальной задержки, кроме указанных потенциометров, имеются еще потенциометры 123 и 125 (минимум и максимум задержки), установленные на шасси прибора.

[illegible]

Режим работы лампы ждущего блокинг-генератора устанавливается потенциометром 136 ОТСЕЧКА ЗАПУСКА ЗАДЕРЖКИ.

Переключателем 72/ можно выключить схему задержки, тогда импульс запуска будет подаваться через лампу запуска непосредственно на схему расширения и развертка дальности будет начинаться одновременно с приходом импульса запуска от машины. (бездelayки).

Расширенный П-образный импульс подается на генератор пилообразного напряжения цепи развертки дальности.

Генератор пилообразного напряжения развертки дальности вырабатывает напряжение пилообразной формы. Длительность нарастающей и спада напряжения определяется длительностью от-

При переходе с одной масштабной шкалы на другую одновременно с переключением элементов схемы расширения переключателем генератора подобразного напряжения.

Усилитель тока с обратной связью. Напряжение с выхода генератора разветвки дальности Z подается на усилитель тока с обрат-

Схема смешивания и усиления масштабных отметок дальности азимута 5, 6 и 7 и схема усиления отраженных сигналов 8, 9, 10

11 совершенно одинаковы с одноименными цепями в индикаторе кругового обзора (§ 6).

Цепь развертки азимута. Отклонение электронного луча по вертикали в соответствии с вращением антенны происходит под действием магнитного поля катушек вертикального отклонения. В цепи развертки азимута вырабатывается ток, изменяющийся синхронно с вращением антенны. Этот ток создает магнитное поле отклоняющих катушек, смещающее развертку по вертикали.

В цепь развертки азимута входят: входная цепь развертки азимута 12, схема управляемого выпрямителя 13, катодный повторитель огибающей 14 и выходной каскад цепи развертки азимута 15.

Входные цепи развертки азимута. Основным элементом входной цепи развертки азимута служит сельсин-трансформатор. По трехфазной линии напряжения с роторной обмотки сельсин-датчика разветки с блока ХА-01 (см. Техническое описание, ч. III) передается на трехфазную обмотку статора принимающего сельсин-трансформатора, включенного на входе схемы развертки азимута. Амплитуда напряжения на роторной обмотке сельсин-трансформатора зависит от взаимного расположения роторов сельсин-датчика и сельсин-трансформатора. При вращении ротора сельсин-датчика эта амплитуда изменяется по синусоидальному закону. Поскольку ротор сельсин-датчика вращается с частотой вращения антенны, то и амплитуда напряжения на роторе сельсин-трансформатора будет изменяться с той же частотой. Начальное положение ротора сельсин-трансформатора относительно его статорных обмоток определяет момент нулевого значения амплитуды выходного напряжения.

Для выбора сектора ось ротора сельсин-трансформатора имеет ручку УСТАНОВКА СЕКТОРА. Частота питающего напряжения схемы развертки азимута 1500 гц. Амплитуда этого напряжения, а следовательно, и масштаб вертикальной развертки регулируются потенциометром 305. Величина постоянной составляющей напряжения (напряжение смещения) в схеме развертки азимута устанавливается ручкой потенциометра 308. Входные катодные повторители повторяют напряжение, снимаемое с ротора сельсин-трансформатора и вспомогательное напряжение частоты 1500 гц, поступающее с блока ЖА-50.

Схема управляемого выпрямителя (резольвера). Напряжение с выхода катодного повторителя подается на схему управляемого выпрямителя. Эта схема преобразует входное напряжение, снимаемое с ротора сельсин-трансформатора, так, что на выходе схемы действует синусоидальное напряжение, повторяющее огибающую амплитуду входного напряжения. Выходное напряжение схемы управляемого выпрямителя после повторения катодным повторителем 14 одновременно подается на выходные каскады развертки азимута 15 и на схему преобразования синусоидального напряжения 16.

Выходной каскад цепи развертки азимута. Эта схема преобразует напряжение огибающей амплитуды входного напряжения в ток, изменяющийся по тому же закону. Этим током питаются катушки

вертикального отклонения 22. Потенциометром 355 развертку можно передвигать в вертикальном направлении.

Для получения развертки азимута в индикаторе ВО-01 используется не все синусоидальное напряжение, поступающее с выхода управляемого выпрямителя, а только его наиболее прямолинейный участок в пределах $\pm 30^\circ$ от нулевого значения напряжения (рис. 32).

На время действия остальной части синусоидального напряжения цепи развертки запирается импульсами специальной схемы за-
щиты.

Выбор приблизительно прямолинейного участка синусоидального напряжения определяет сектор обзора на экране индикатора. Выбор этого сектора установкой ротора входного сельсин-трансформатора.

Схема записывания (бланкирования) развертки по азимуту. С целью схемы бланкирования развертки по азимуту производится выключение (запирание) трубки на время нерабочей части развертки азимута. Как было сказано выше, на экране трубки рассматривается сектор в 60° , вне этого сектора развертки на экране трубки быть не должно. В схему записывания входят: цепь преобразования синусоидального напряжения 16 и генератор управляющих импульсов 17 (цепь формирования отрицательных прямоугольных импульсов). Цепь преобразования синусоидального напряжения 16 на выходе своим напряжением управляемого выпрямителя. На определенном уровне этого напряжения лампы отпираются и на выходе их образуются положительные прямоугольные импульсы. Уровни отпирающих этих ламп сдвинуты и разделены регулируются. Потенциометрами 437 и 445, оси которых выведены под шлиц. Первый импульс определяет начало рабочего сектора, а второй — конец. Прямоугольные импульсы после дифференцирования поступают на лампы генератора управляющих импульсов (триггера), в которой вырабатываются отрицательные прямоугольные импульсы, поступающие на сетки лампы запуска схемы, запирая ее на время этого импульса. Таким образом, эта схема управляет схемой развертки датности, запирая ее на время длительности отрицательного импульса вне рабочего 60-градусного сектора.

Цепь управления рабочим режимом трубки. В цепь управления рабочим режимом трубки входят: схема засвета 18 и схема управления фокусировкой 19.

Схема засвета во время прямого хода луча воздействует на ускоряющий электрод трубки так же, как и в индикаторе ПО-02 (§ 6), заставляя последнюю отпираться на время действия импульса схемы расширения. Под воздействием этого напряжения трубка будет отпираться по ускоряющему электроду на время длительности разверток дальности и азимута.

Схема управления фокусировкой выполнена так же, как и в индикаторе кругового обзора (§ 6).

Фокусировка электронного луча трубки регулируется потенциометром 475.

Каскад горизонтального сдвига развертки 20 обеспечивает сдвиг начала горизонтальной развертки на левый край. Это позволяет растягивать масштаб развертки на весь экран трубки. Величина сдвига регулируется потенциометром 201, ось которого выведен под шлиц.

3. ОПИСАНИЕ ПРИНЦИПИАЛЬНОЙ СХЕМЫ ИНДИКАТОРА

§ 22. Схема развертки дальности

Схема развертки дальности вырабатывает линейно-изменяющийся во времени ток, которым питаются отклоняющие катушки индикатора. Электромагнитное поле, создаваемое этим током, смещает электронный луч трубки в горизонтальном направлении (слева на право).

Начало нарастания тока развертки должно точно совпадать с началом прямого (зондирующего) сигнала передатчика или может быть задержано относительно него на определенное время.

Поэтому в каждый момент времени сила тока в отклоняющих катушках, а следовательно, и соответствующее ей положение следа электронного луча на экране трубки будет соответствовать фиксированной дальности.

В схему развертки дальности индикатора ВО-01 (рис. 29) входят те же элементы, что и в схему развертки дальности индикатора ПО-02, но в первую внесены следующие изменения:

1. Задержка начала развертки при работе на масштабных шкалах 50 и 100 км одинаковы.
2. В схеме расширения импульса изменены пределы его расширения. Для масштаба развертки 50 км длительность расширенного импульса соответственно равна 335 мксек, для масштаба развертки 100 км — 667 мксек.

Из схемы расширения исключены корректирующие диоды (лампа 7 в индикаторе кругового обзора), так как в этом индикаторе нет необходимости восстановления схемы расширения в минимальное время (время восстановления превышает длительность развертки не менее чем в 3 раза).

3. В схеме развертки изменены величины зарядных элементов конденсаторов 522, 523 и сопротивлений 174, 175, 176 и 177 в соответствии с требуемыми масштабными шкалами. Выходным каскадом служат одна лампа 13 типа 6П3С, а не две в параллель, как в индикаторе кругового обзора.

Отклоняющими катушками индикатора дальности и азимута служат катушки с замкнутым магнитопроводом, подробно описанные в приложении в конце книги.

На общем магнитопроводе располагаются две пары катушек: первая пара для развертки дальности и горизонтального сдвига развертки и вторая — для развертки азимута и вертикального сдвига.

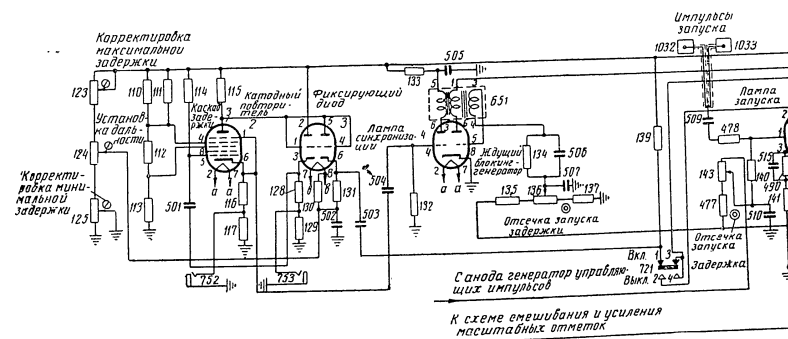


Рис. 29 Принципиальная схема

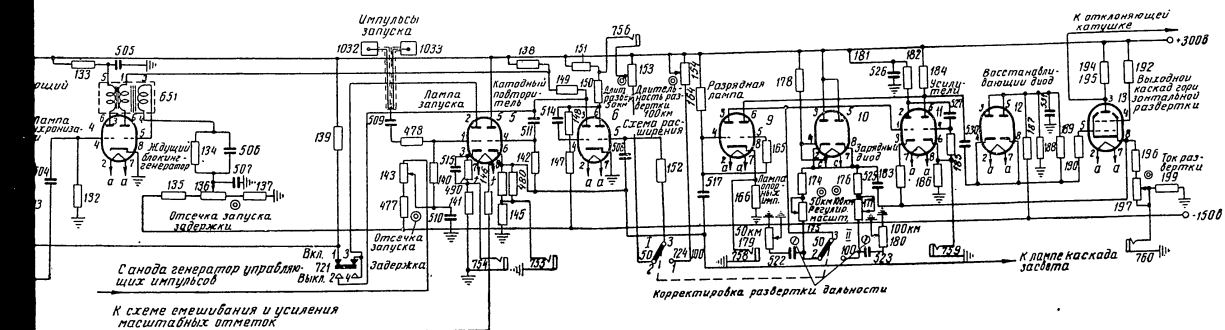


Рис. 29. Принципиальная схема развертки дальности ВО-01.

§ 23. Схема смешивания и усиления масштабных отметок дальности и азимута

Схема смешивания и усиления масштабных отметок дальности и азимута совершенно одинакова с одноименной схемой в индикаторе кругового обзора (§ 8).

§ 24. Схема усиления отраженных сигналов и сигналов опознавания

Схема усиления отраженных сигналов и сигналов опознавания так же, как и предыдущая, совершенно одинакова с одноименной схемой в индикаторе кругового обзора (§ 9).

§ 25. Схема развертки азимута

Развертка азимута (вертикальная развертка) в индикаторе дальности и азимута вырабатывается специальной схемой, приведенной на рис. 30.

В схему развертки азимута входят:

- входные цепи развертки азимута;
- управляемый выпрямитель (резольвер);
- схема усилителя постоянного тока (выходные каскады развертки азимута).

К входным цепям развертки азимута относятся приемный сельсин-трансформатор 704 типа СС-405 и лампа 27 типа 6П18С (каждый повторитель).

Напряжение с роторных обмоток сельсин-датчика развертки в блоке ХА-01 подается на статорные обмотки приемного сельсин-трансформатора 704. Напряжение с сельсин-трансформатора подается на делитель. Снимаемое с делителя напряжение регулируется потенциометром 305.

Это напряжение подводится к сетке левой половины лампы 27 и с ее катода подается на схему управляемого выпрямителя. На сетку правой половины лампы 27 через конденсатор 573 подается вспомогательное синусоидальное напряжение частоты 1500 гц от блока ЖА-50. Это напряжение повторяется на катоде повторителя и через специальный трансформатор 654 также поступает на схему управляемого выпрямителя.

Уровень постоянного напряжения (смещение управляемого выпрямителя) регулируется потенциометром 308 в пределах 70 ÷ 240 в.

Напряжение с движка потенциометра 308 подается на делитель, состоящий из сопротивлений 492 и 493 и служащий для развязки цепи смещения лампы управляемого выпрямителя от цепи, регулирующей вертикальный сдвиг развертки азимута (сопротивление 355). Сопротивлениями 492 и 493 это напряжение делится пополам так, что постоянное напряжение на сетке лампы 27 будет регулироваться в пределах 35 ÷ 120 в. Конденсатор 571 шунтирует цепь делителя напряжения на частоте 1500 гц.

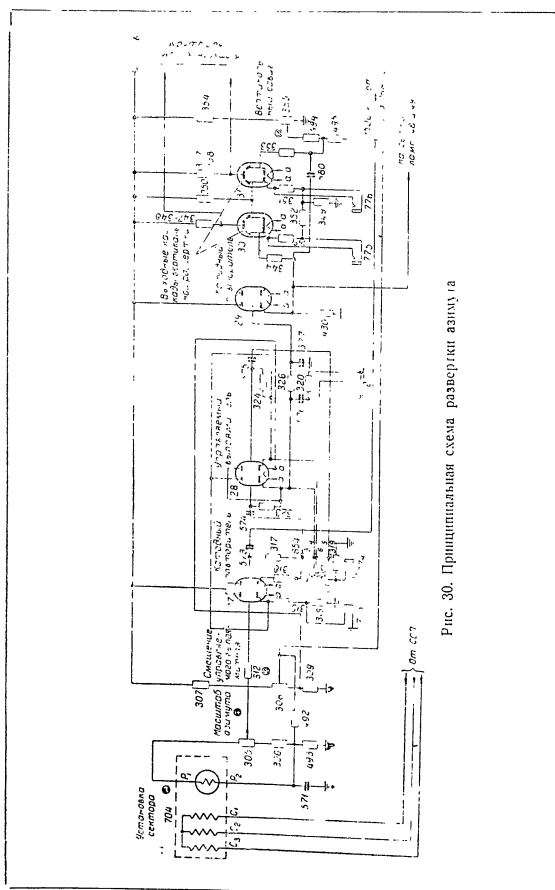


Рис. 30. Принципиальная схема развертки азимута

Схема управляемого выпрямителя (резольвера) служит для выделения огибающей напряжения частоты 1500 гц, амплитуда которого изменяется по синусоидальному закону при вращении антенны. Это напряжение поступает с входных цепей схемы развертки азимута.

В схему управляемого выпрямителя входят лампы 28 и 29 типа 6П8С. Лампа 28 — выпрямитель, а лампа 29 — катодный повторитель. Напряжение с катода лампы 27 подается одновременно на анод левой половины лампы 28 и на катод ее правой половины. К сеткам лампы через трансформатор 654 подводится вспомогательное напряжение (1500 гц). В результате работы этой схемы подводящие напряжения преобразуются и на выходном конденсаторе 576 выделяется огибающая напряжения, поступающего с роторной обмотки селенно-трансформатора 701.

Принцип действия схемы управляемого выпрямителя изложен в приложении в конце книги.

Постоянная времени сеточных цепей лампы 28 определяется емкостью конденсатора 571 (575) и величиной сопротивления 323 (324). Обе половины лампы управляемого выпрямителя благодаря сеточным токам запираются почти на всю длительность периода колебаний частоты 1500 гц. Лишь в пределах угла 25—35° обе половины лампы отпираются. Фильтр на выходе схемы (конденсатор 577, сопротивление 326) сглаживает пульсацию напряжения, снимаемого с конденсатора 576. Сопротивление 320 — контрольное и на работу схемы не влияет.

На подогреватель лампы подается положительный потенциал порядка 100 в с делителя, состоящего из сопротивлений 307, 308 и 309. Это необходимо для уменьшения разности потенциалов между катодом и подогревателем. Подогреватель этой лампы изолирован от корпуса и питается от отдельного источника напряжения накала. От этого же источника питается подогреватель лампы 29 катодного повторителя напряжения управляемого выпрямителя.

С фильтра напряжение поступает на катодный повторитель схемы (лампа 29) и, повторяясь на его катодной нагрузке, одновременно подается на сетки ламп 30 и 31 (6П3С) усилителя постоянного тока и на сетки ламп 48 и 49 схемы преобразования синусоидального напряжения.

Схема усилителя постоянного тока, собранного на лампах 30 и 31 типа 6П3С, преобразует напряжение огибающей входного напряжения в ток такой же формы. Этим током питаются обмотки отклоняющих катушек 22, магнитным полем которых смещается луч электронно-лучевой трубки в вертикальном направлении.

Принцип работы такого усилителя постоянного тока изложен в приложении в конце книги.

Постоянный потенциал на сетках ламп 30 и 31 несколько выше потенциала корпуса. Этот потенциал регулируется изменением постоянного напряжения, подаваемого на вход левой половины лампы 27. Для того, чтобы с изменением этого потенциала пятно на

экране трубки не смещалось по вертикали, с потенциометра 308 положительное напряжение одновременно подается на лампы 30 и 31. На лампу 30 напряжение подается через делитель, состоящий из сопротивлений 492 и 493, а на лампу 31 — через делитель, состоящий из сопротивлений 494 и 495. При изменении напряжения, снимаемого с потенциометра 308, одновременно изменяется и напряжение, поступающее на сетки ламп 30 и 31. Разность токов ламп 30 и 31 при этом почти не меняется.

Вертикальный сдвиг осуществляется изменением рабочей точки усилителя постоянного тока. Это достигается изменением напряжения на сетке лампы 31. Напряжение подается с потенциометра 355 через делитель, состоящий из сопротивлений 494 и 495.

Начальный уровень напряжения на сетках ламп 30 и 31 порядка +80 в. Напряжение на сетке лампы 31 может регулироваться потенциометром 355 в пределах от 0 до 200 в.

Конденсатор 580, связывающий сетки ламп 30 и 31, дополнительно уменьшает пульсацию колебаний частоты 1500 гц. Напряжение к экранирующим сеткам ламп 30 и 31 подводится через общее сопротивление 350 и равно 240 в.

Описание катушек отклоняющей системы приведено в приложении.

§ 26. Схема запирания (бланкирования) развертки по азимуту

Схема запирания развертки по азимуту (рис. 31) состоит: — из двух одинаковых электронных реле уровня, образующих цепь преобразования синусоидального напряжения;

- дифференцирующей цепи;
- отсекающего диода;
- симметричного генератора управляющих импульсов.

Управляется схема запирания азимута. Работает по схеме, изображенной на рис. 32, видно, что электронное реле, собранное на лампе 48 (6Н7С), отпирается, когда синусоидальное напряжение на сетке левой половины лампы достигает определенного уровня. При этом на аноде правой половины лампы 48 образуется положительный прямоугольный импульс. Этот импульс разуется положительным импульсом. После дифференцирования отрицательный импульс отсекается левым диодом 50 (6Х6С), а положительный импульс поступает на сетку левой половины лампы генератора управляющих импульсов 51 (6Н7С), отпирая ее левую половину и запирая правую. Напряжение на аноде правой половины лампы 51 соединено с сеткой лампы 49. Анод правой половины лампы 51 соединен с сеткой лампы 49. При повышении напряжения на правом аноде лампы 51 запускается 5. При повышении напряжения на правом аноде лампы 51 запускается 5. При повышении напряжения на правом аноде лампы 51 запускается 5.

По эюрам, изображенным на рис. 32, видно, что электронное реле, собранное на лампе 48 (6Н7С), отпирается, когда синусоидальное напряжение на сетке левой половины лампы достигает определенного уровня. При этом на аноде правой половины лампы 48 образуется положительный прямоугольный импульс. Этот импульс разуется положительным импульсом. После дифференцирования отрицательный импульс отсекается левым диодом 50 (6Х6С), а положительный импульс поступает на сетку левой половины лампы генератора управляющих импульсов 51 (6Н7С), отпирая ее левую половину и запирая правую. Напряжение на аноде правой половины лампы 51 соединено с сеткой лампы 49. Анод правой половины лампы 51 соединен с сеткой лампы 49. При повышении напряжения на правом аноде лампы 51 запускается 5. При повышении напряжения на правом аноде лампы 51 запускается 5. При повышении напряжения на правом аноде лампы 51 запускается 5.

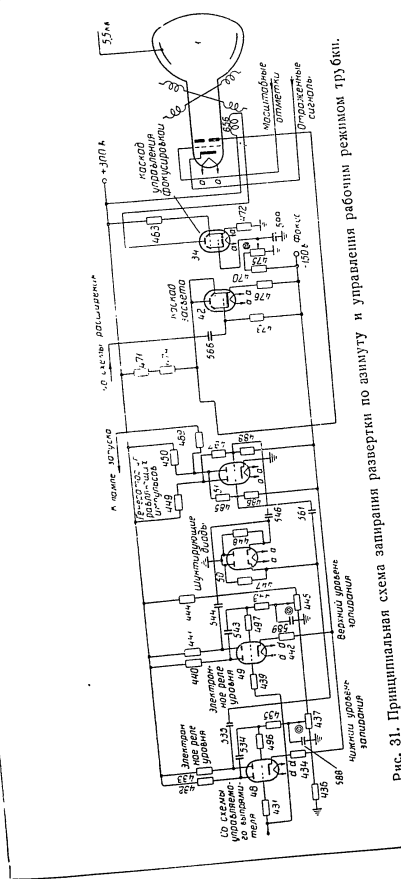


Рис. 31. Принципиальная схема запирания развертки по азимуту и управления рабочим режимом трубки.

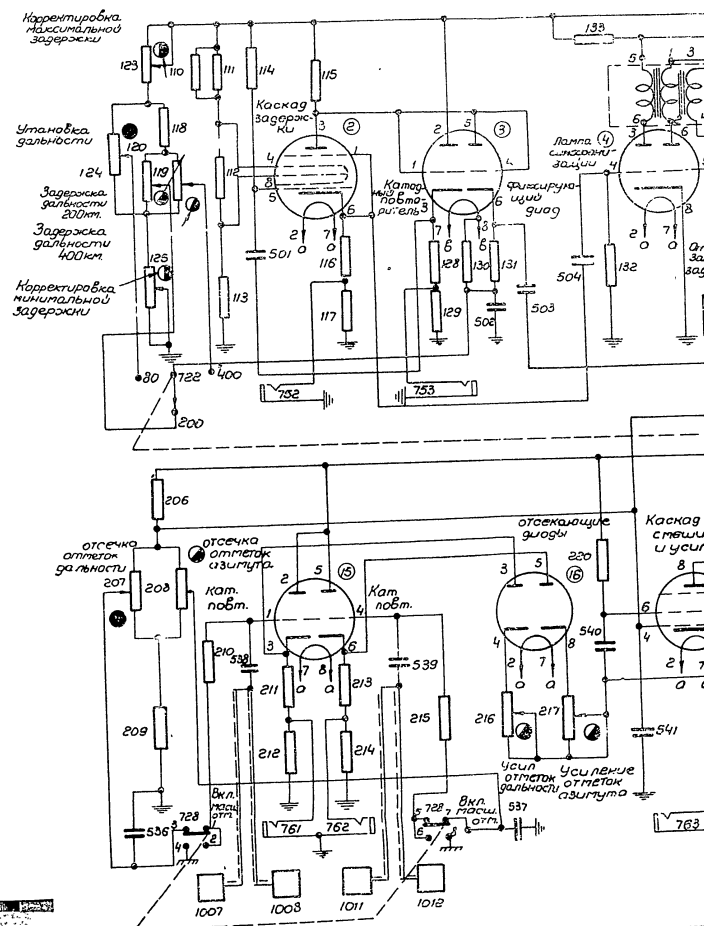
66

5*

СПЕЦИФИКАЦИЯ
К ПОЛНОЙ ПРИНЦИПИАЛЬНОЙ СХЕМЕ БЛОКА ИНДИКАТОРА
АЗИМУТА И ДАЛЬНОСТИ ВО-01
(рис. 34)

Обозначение на принципиальной схеме	Наименование	Тип	Электрические данные
1	Электроннолучевая трубка	31ЛМ32	—
2	Лампа	6А7	—
3	"	6Н8С	—
4	"	6Н7С	—
5	"	6Н4С	—
6	"	6Н7С	—
9	"	6Н7С	—
10	"	6Х6С	—
11	"	6Н8С	—
12	"	6Х6С	—
13	"	6П3С	—
14	"	6П3С	—
15	"	6Н8С	—
16	"	6Х6С	—
17	"	6Ж4	—
18	"	6Н8С	—
19	"	6Ж4	—
20	"	6Ж4	—
21	"	6Ж4	—
25	"	6Н8С	—
27	"	6Н8С	—
28	"	6Н8С	—
29	"	6Н7С	—
30	"	6П3С	—
31	"	6П3С	—
34	"	6П3С	—
42	"	6Н7С	—
48	"	6Н7С	—
49	"	6Н7С	—
50	"	6Х6С	—
51	"	6Н7С	—
81	Лампа миниатюрная	6,3 в; 0,28 а	—
82	"	6,3 в; 0,28 а	—
83	"	13,5 в; 0,18 а	—
84	"	13,5 в; 0,18 а	—
110	Соппротивление	BC-2,0	68 ком, 10%
111	"	BC-2,0	68 ком, 10%
112	"	BC-0,5	4,7 ком, 10%
113	"	BC-0,5	4,7 ком, 10%
114	"	BC-1,0	1 Мом, 10%
115	"	BC-1,0	1,2 Мом, 10%
116	"	BC-0,5	10 ком, 10%
117	"	BC-0,25	100 ом, 10%
123	"	Проволочное переменное, тип 1	10 ком, 4 вт
124	"	Проволочное переменное, тип 2	18 ком, 4 вт

68



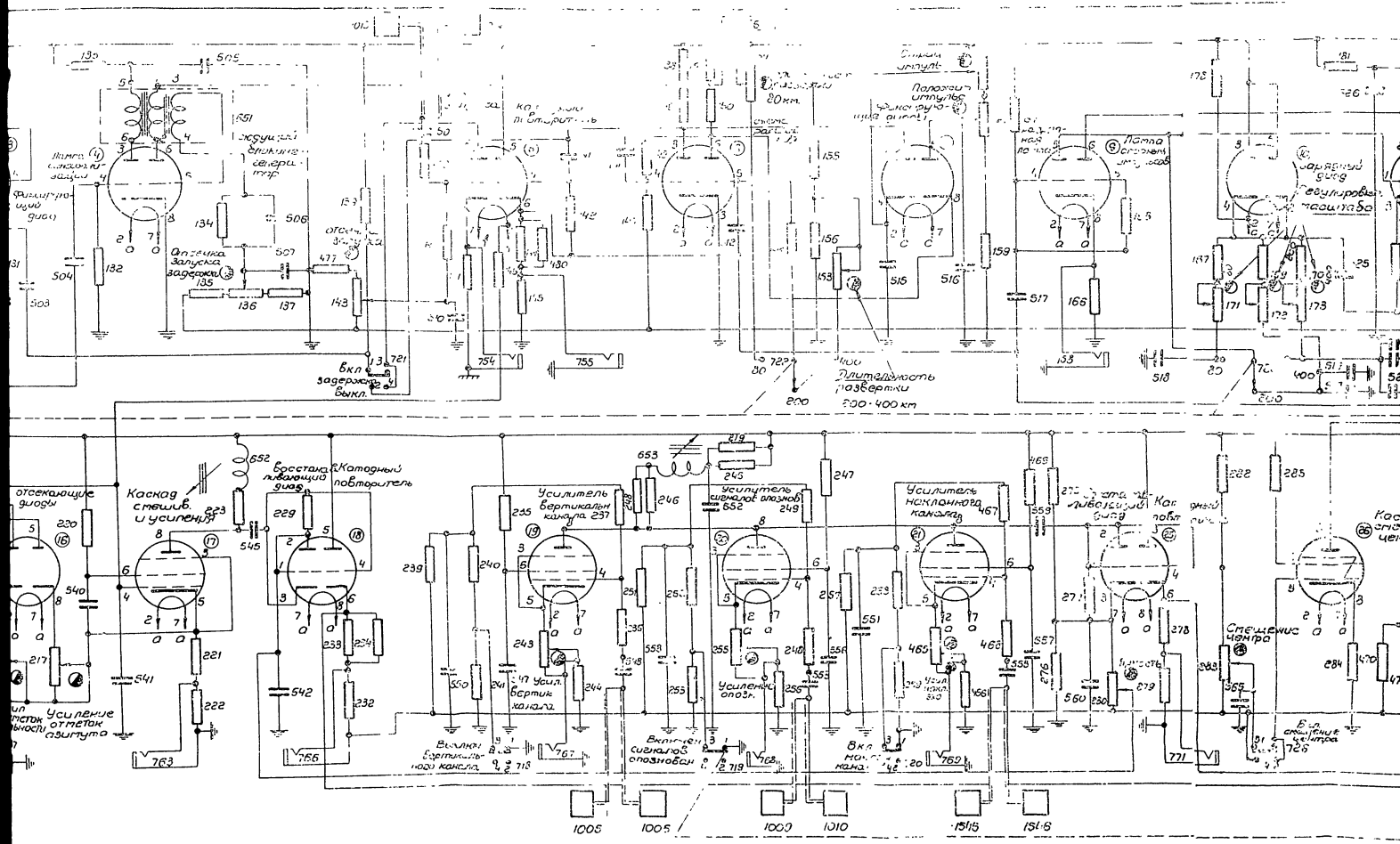
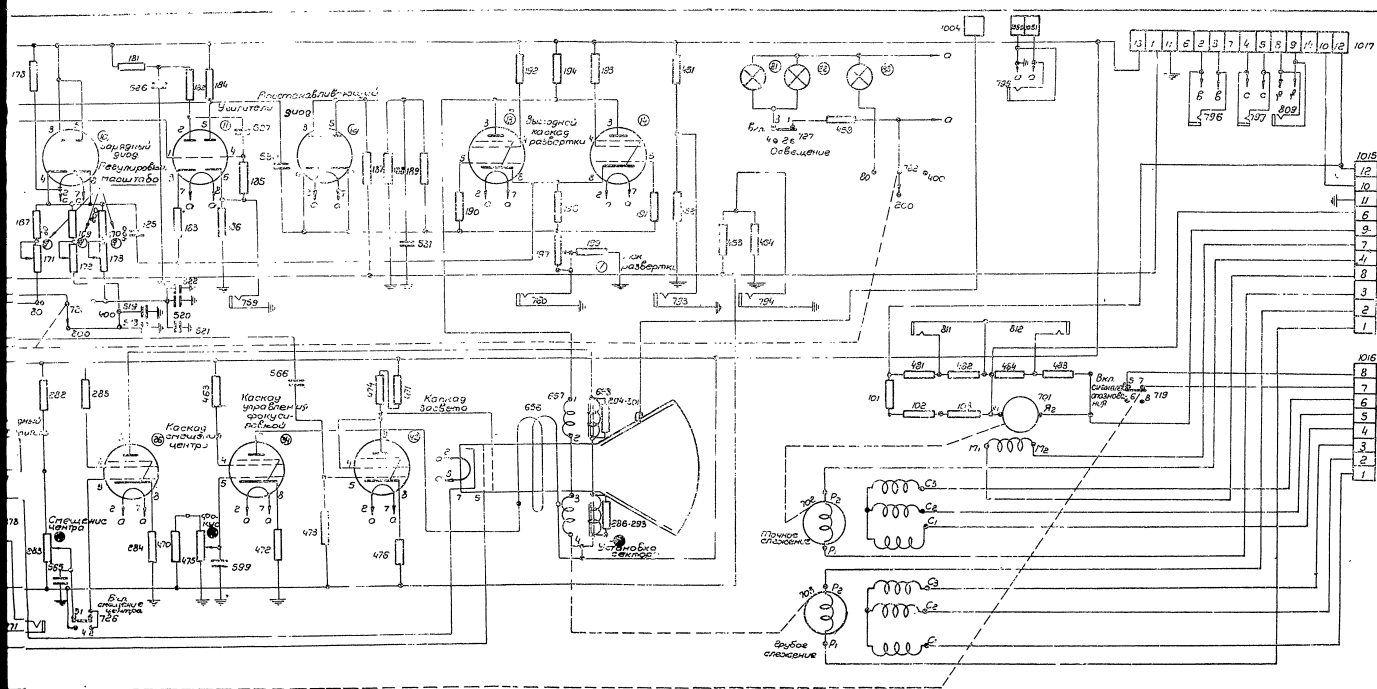


Рис 34 Полная принципиальная схема блока индикатора дальности и азимута 20-01.

СЕРПВТНО
Валейка № 4 к заказу №87с



Продолжение

Обозначение по принципиальной схеме	Наименование	Тип	Электрические данные
128	Сопротивление	Проволочное переменное, тип 1	10 ком, 4 вт
128	"	BC-2,0	47 ком, 10%
129	"	BC-0,25	100 ом, 10%
130	"	BC-0,25	1 Мом, 10%
131	"	BC-0,5	10 ком, 10%
132	"	BC-0,25	1 Мом, 10%
133	"	BC-2,0	47 ком, 10%
134	"	BC-0,5	27 ком, 10%
135	"	BC-0,5	0,22 Мом, 10%
136	"	СП-2-22-A	22 ком
137	"	BC-0,5	10 ком, 10%
138	"	BC-0,25	560 ом, 10%
139	"	BC-1,0	3,3 ком, 10%
140	"	BC-0,25	22 ком, 10%
141	"	BC-0,25	100 ом, 10%
142	"	BC-0,25	0,47 Мом, 10%
143	"	СП-2-220-A	220 ком
144	"	BC-2,0	47 ком, 10%
145	"	BC-0,25	100 ом, 10%
146	"	BC-0,25	1 Мом, 1%
147	"	BC-1,0	0,33 Мом, 5%
148	"	BC-1,0	0,47 Мом, 5%
149	"	BC-2,0	22 ком, 10%
150	"	BC-2,0	22 ком, 10%
151	"	BC-0,25	100 ом, 10%
152	"	BC-0,5	0,47 Мом, 10%
153	"	СП-2-1000-A	1 Мом
154	"	СП-2-1000-A	1 Мом
164	"	BC-1,0	1 Мом, 10%
165	"	BC-0,25	0,1 Мом, 10%
166	"	BC-0,25	56 ом, 10%
174	"	BC-1,0	1,2 Мом, 10%
175	"	СП-2-470-A	470 ком
176	"	BC-1,0	1,2 Мом, 10%
177	"	СП-2-470-A	0,47 Мом
178	"	BC-0,25	1 Мом, 10%
179	"	СП-2-47-A	47 ком
180	"	СП-2-22-A	22 ком
181	"	BC-0,5	10 ком, 10%
182	"	BC-1,0	33 ком, 10%
183	"	BC-0,5	27 ком, 10%
184	"	BC-2,0	47 ком, 10%
185	"	BC-0,25	1 Мом, 10%
186	"	BC-0,25	100 ом, 10%
187	"	BC-0,25	0,1 Мом, 10%
188	"	BC-0,25	0,12 Мом, 10%
189	"	BC-0,25	1 Мом, 10%
190	"	BC-0,25	5,6 ком, 10%
191	"	BC-1,0	100 ом, 10%
192	"	BC-1,0	100 ом, 10%
193	"	BC-1,0	8,2 ком, 10%
194	"	BC-1,0	8,2 ком, 10%
195	"	BC-1,0	8,2 ком, 10%

Продолжение

Обозначение на принципиальной схеме	Наименование	Тип	Электрические данные
196	Сопротивление	ПЭ-1	100 ом
197	"	Проволочное черемное, тип 2	200 ом, 4 вт.
199	"	СНП	5 ом, 10%
200	"	BC-0,5	0,1 Мом, 10%
201	"	СП-2-20-A	220 ком
203	"	ПЭ-11	2,5 ком
204	"	BC-1,0	8,2 ком, 10%
205	"	BC-1,0	8,2 ком, 10%
206	"	BC-1,0	56 ком, 10%
207	"	СП-2-22-A	22 ком
208	"	СП-2 22-A	22 ком
209	"	BC-0,5	15 ком, 10%
210	"	BC-0,25	1 Мом, 10%
211	"	BC-1,0	15 ком, 10%
212	"	BC-0,25	150 ом, 10%
213	"	BC-1,0	15 ком, 10%
214	"	BC-0,25	150 ом, 10%
215	"	BC-0,25	1 Мом, 10%
216	"	СП-2-10-A	10 ком
217	"	СП-2-4,7-A	4,7 ком
218	"	BC-2,0	8,2 ком, 10%
219	"	BC-2,0	10 ком, 10%
220	"	BC-0,5	33 ком, 10%
221	"	BC-2,0	10 ком, 10%
222	"	BC-0,25	56 ом, 10%
223	"	BC-2,0	4,7 ком, 10%
229	"	BC-0,25	1 Мом, 10%
232	"	BC-0,25	56 ом, 10%
233	"	BC-2,0	33 ком, 10%
234	"	BC-2,0	33 ком, 10%
235	"	BC-1,0	68 ком, 10%
236	"	BC-0,25	470 ом, 10%
237	"	BC-0,25	0,47 Мом, 10%
239	"	BC 1,0	0,1 Мом, 10%
240	"	BC-0,5	1 ком, 10%
241	"	BC-0,5	47 ком, 10%
243	"	СП-2-1-A	1 ком
244	"	BC-0,25	56 ом, 10%
245	"	BC-2,0	10 ком, 10%
246	"	BC-2,0	8,2 ком, 10%
247	"	BC-1,0	68 ком, 10%
248	"	BC-0,25	470 ом, 10%
249	"	BC-0,25	0,47 Мом, 10%
251	"	BC-1,0	100 ком, 10%
252	"	BC-0,5	1 ком, 10%
253	"	BC-0,5	47 ком, 10%
255	"	СП-2-1-A	1 ком
256	"	BC-0,25	56 ом, 10%
257	"	BC-1,0	100 ком, 10%
258	"	BC-0,5	1 ком, 10%
259	"	BC-0,5	47 ком, 10%
275	"	BC-1,0	0,15 Мом, 10%

Продолжение

Обозначение на принципиальной схеме	Наименование	Тип	Электрические данные
276	Сопротивление	BC-1,0	39 ком, 10%
277	"	BC-0,25	0,22 Мом, 10%
278	"	BC-1,0	10 ком, 10%
279	"	BC-0,25	56 ом, 10%
280	"	СП-2-220-A	220 ком
281	"	СП-2-220-A	220 ком
282	"	BC-0,5	56 ом, 10%
283	"	BC-1,0	27 ком, 10%
284	"	СП-2-68-A	68 ком
285	"	BC-1,0	27 ком, 10%
286	"	BC-0,25	0,1 Мом, 10%
287	"	BC-1,0	15 ком, 10%
288	"	BC-0,25	100 ом, 10%
289	"	BC-0,25	1 Мом, 10%
290	"	BC-1,0	22 ком, 10%
291	"	BC-0,25	150 ом, 10%
292	"	BC-0,25	220 ом, 10%
293	"	BC-0,25	1 Мом, 10%
294	"	BC-0,25	1 Мом, 10%
295	"	BC-0,25	0,47 Мом, 10%
296	"	BC-0,25	1 ком, 10%
297	"	BC-0,25	10 ом, 10%
298	"	BC-1,0	8,2 ком, 10%
299	"	BC-1,0	8,2 ком, 10%
300	"	ПЭ-11	700 ом
301	"	BC-2,0	560 ом, 10%
302	"	СБП	10 ом, 10%
303	"	ПЭ-11	50 ом
304	"	BC-0,25	1 ком, 10%
305	"	BC-1,0	33 ком, 10%
306	"	СП-2-64-A	68 ком
307	"	BC-1,0	8,2 ком, 10%
308	"	BC-1,0	8,2 ком, 10%
309	"	BC-2,0	68 ком, 10%
310	"	BC-0,25	0,1 Мом, 10%
311	"	BC-2,0	27 ком, 10%
312	"	BC-2,0	68 ком, 10%
313	"	BC-2,0	2,2 Мом, 10%
314	"	BC-0,5	0,1 Мом, 10%
315	"	BC-0,5	220 ком
316	"	СП-2-220-A	0,1 Мом, 10%
317	"	BC-0,25	27 ком, 10%
318	"	BC-2,0	27 ком, 10%
319	"	BC-2,0	82 ком, 10%
320	"	BC-1,0	2,2 Мом, 10%
321	"	BC-0,25	0,18 Мом, 10%
322	"	BC-0,5	220 ком
323	"	BC-0,25	2,2 Мом, 10%
324	"	BC-2,0	27 ком, 5%
325	"	BC-2,0	27 ком, 5%
326	"	BC-2,0	0,1 Мом, 10%

Продолжение

Продолжение

Обозначение на принципиальной схеме	Наименование	Тип	Электрические данные	Обозначение на принципиальной схеме	Наименование	Тип	Электрические данные
452	Сопротивление	BC-0.5	1 ком, 10%	531, 571	Конденсатор	КБГ-МП-2Б-600 $\frac{2 \times 0.5}{K}$ III	2x0.5 мкф, 400 в
453		BC-1.0	0,1 Мом, 10%			КБГ-МП-2Б-600 $\frac{2 \times 0.5}{K}$ III	2x0.5 мкф, 400 в
454		BC-0.5	1 ком, 10%	532, 599		КБГ-МП-2Б-600 $\frac{2 \times 0.5}{K}$ III	2x0.5 мкф, 400 в
458		СНП	0,5 ом, 10%	534		КБГ-МП-2Б-600 $\frac{0.5}{I}$ III	0,5 мкф, 400 в
463		BC-2.0	100 ком, 10%	535		КСО-5-500-А-6800-II	6800 пф, 500 в
465		СП-2-1-А	1 ком, 10%	536, 537, 541		КБГ-МП-3Б-400 $\frac{3 \times 0.1}{K}$ III	3x0.1 мкф, 400 в
466		BC-0.25	56 ом, 10%	538		КСО-5-250-А-10000-II	10000 пф, 250 в
467		BC-0.25	0,47 Мом, 10%	539		КСО-5-250-А-10000-II	10000 пф, 250 в
468		BC-0.25	470 ом, 10%	540		КСО-8-500-А-30000-II	30000 пф, 500 в
469		BC-1.0	68 ком, 10%	42, 530, 558		КБГ-МП-3Б-400 $\frac{3 \times 0.1}{K}$ III	3x0.1 мкф, 400 в
470		BC-0.5	100 ком, 10%	543		КБГ-МП-2Б-600 $\frac{0.5}{I}$ III	0,5 мкф, 400 в
471		ПЭ-II	5 ком, 10%	544		КСО-5-500-А-6800-II	6800 пф, 500 в
472		BC-2.0	470 ом, 10%	545		КБГ-М2-400-0,25-III	0,25 мкф, 400 в
473		BC-1.0	470 ком, 10%	546		КСО-5-500-А-1800-II	1800 пф, 500 в
474		ПЭ-II	5 ком, 10%	547, 552		КБГ-МП-2Б-400 $\frac{2 \times 0.5}{K}$ III	2x0.5 мкф, 400 в
475		СП-2-47-А	47 ком	548		КБГ-М2-400-0,25-III	0,25 мкф, 400 в
476		BC-0.5	150 ом, 10%	551, 560		КБГ-МП-2Н-600 $\frac{2 \times 0.1}{K}$ III	2x0.1 мкф, 400 в
477		BC 0.5	120 ком, 10%	553		КБГ-М2-400-0,25-III	0,25 мкф, 400 в
478		BC 0.25	4,7 ком, 10%	555		КБГ-М2-400-0,25-III	0,25 мкф, 400 в
480		BC 2.0	47 ком, 10%	556, 557		КБГ-МП-2Б-600 $\frac{2 \times 0.5}{K}$ III	2x0.5 мкф, 400 в
485		BC-0.5	33 ком, 5%	559		КСО-5-500-А-4700-II	4700 пф, 500 в
486		BC-0.5	240 ком, 5%	561		КСО-5-500-А-1800-II	1800 пф, 500 в
487		BC-0.5	330 ком, 5%	566		КБГ-М2-400-0,25-III	0,25 мкф, 400 в
488		BC-0.5	240 ком, 5%	573		КБГ-МП-2Б-600 $\frac{0.5}{I}$ III	0,5 мкф, 400 в
489		BC-0.5	560 ком, 10%	574		КБГ-М2-400-0,25-III	0,25 мкф, 400 в
490		В -0.5	18 ком, 10%	575		КБГ-М2-400-0,25-III	0,25 мкф, 400 в
492		BC-0.5	0,22 Мом, 10%	576		КСО-5-250-А-10000-II	10000 пф, 250 в
94		ВГ -0.5	1 Мом, 10%	577		КСО-5-250-А-10000-II	10000 пф, 250 в
93		BC 0.5	1 Мом, 10%	580		КСО-5-250-А-10000-II	10000 пф, 250 в
495		BC-0.5	1 Мом, 10%	588, 589		КБГ-МН-2Б-200 $\frac{2 \times 1.0}{K}$ III	2x1 мкф, 400 в
496		BC-0.25	470 ком, 10%	651	Блокинг-трансформатор	—	—
497		BC-0.25	470 ком, 10%	652		—	320 мкГ
501	Конденсатор	КСО-5-500-Г-3900-II	3900 пф, 500 в	653		—	400 мкГ
515		КСО-2-500-А-110-II	100 пф	654		—	—
502, 507		КБГ-МП-3Б-400 $\frac{3 \times 0.1}{K}$ III	3x0.1 мкф, 400 в	656		Катушка фокусирующая	—
503		КТК-1-500-47-II	47 пф, 500 в				
504		КСО-5-250-А-10000-II	10000 пф, 250 в				
505		КСО-5-500-А-6800-II	6800 пф, 500 в				
506		КСО-2/3-500-А-1100-II	1000 пф, 500 в				
508		КСО-5-500-А-1800-II	1800 пф, 500 в				
509		КСО-2-500-А-470-II	470 пф, 500 в				
511		КБГ-М2-400-0,25-III	0,25 мкф, 400 в				
514		КТК-1-500-10-II	10 пф, 500 в				
517		КБГ-М2-400-0,25-III	0,25 мкф				
522		КСО-7-1000-А-3300-II	3300 пф, 1000 в				
523		КСО-8-500-А-6800-II	6800 пф, 500 в				
525		КБГ-М2-400-0,25-III	0,25 мкф, 400 в				
526		КБГ-МН-2Б-400 $\frac{2}{K}$ III	2 мкф, 400 в				
527		КСО-8-500-А-30000-II	30000 пф, 500 в				
530		КСО-8-500-А-30000-II	30000 пф, 500 в				

Продолжение

Обозначение на принципиальной схеме	Наименование	Тип	Электрические данные
659	Катушки отклоняющие (4 шт.)	—	—
704	Сельсин СС-405	—	—
718	Выключатель	—	—
719	Переключатель двухполюсный	—	—
720	Выключатель	—	—
721	Переключатель	—	—
724	Переключатель на 2 положения	—	—
727	Выключатель	—	—
728	Переключатель двухполюсный	—	—
752	Контрольное гнездо	—	—
753	"	—	—
754	"	—	—
755	"	—	—
756	"	—	—
757	"	—	—
758	"	—	—
759	"	—	—
760	"	—	—
761	"	—	—
762	"	—	—
763	"	—	—
766	"	—	—
767	"	—	—
768	"	—	—
769	"	—	—
771	"	—	—
772	"	—	—
773	"	—	—
774	"	—	—
775	"	—	—
776	"	—	—
793	"	—	—
794	"	—	—
795	"	—	—
796	"	—	—
797	"	—	—
798	"	—	—
809	"	—	—
1023	Разъем одноконтный	—	—
1024	"	—	—
1025	"	—	—
1026	"	—	—
1027	"	—	—
1028	"	—	—
1029	"	—	—
1030	"	—	—
1031	"	—	—
1032	"	—	—
1033	"	—	—

Продолжение

Обозначение на принципиальной схеме	Наименование	Тип	Электрические данные
1034	Разъем 8-контактный	—	—
1035	Разъем 14-контактный	—	—
1515	Разъем одноконтный	—	—
1546	"	—	—

4. КОНСТРУКЦИЯ БЛОКА ИНДИКАТОРА

Блок индикатора дальности и азимута смонтирован на угловом шасси аналогично блоку индикатора кругового обзора. На горизонтальной панели сверху установлена электронно-лучевая трубка, эк-

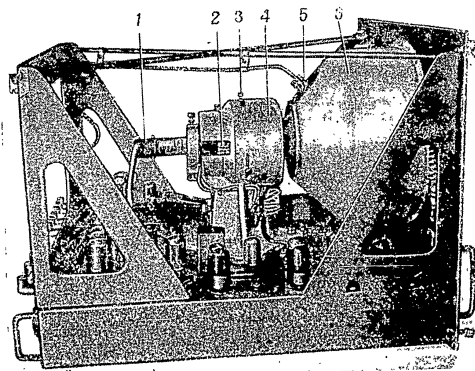


Рис. 35. Расположение трубки и отклоняющей системы на шасси блока:
1 — лампа панели электронно-лучевой трубки; 2 — фокусирующая катушка; 3 — шит
4 — регулировки и закрепления отклоняющей катушки; 5 — отклоняющая система,
6 — колпачок высоковольтного анода электронно-лучевой трубки; 6 — кожух
электронно-лучевой трубки.

ран которой находится на уровне передней панели. В центре горизонтальной панели закреплена отклоняющая система индикатора. По бокам шасси размещены лампы и трансформаторы.

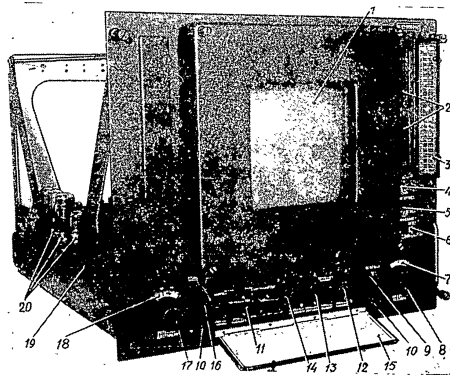


Рис. 36. Общий вид блока индикатора дальности и азимута (вид спереди):

1 — экран электроннолучевой трубки; 2 — контрольные гнезда; 3 — дверца контрольных гнезд; 4 — выключатель масштабных отметок; 5 — выключатель сигналов опознавания; 6 — выключатель отраженных сигналов выделенного канала; 7 — шкала установки сектора обзора; 8 — ручка установки сектора обзора; 9 — выключатель освещения иници; 10 — патрон лампы освещения иници; 11 — иници; 12 — ручка регулировки масштаба азимута; 13 — ручка регулировки яркости; 14 — ручка регулировки фокуса; 15 — дверца иници; 16 — переключатель масштаба дальности; 17 — ручка установки дальности; 18 — шкала установки дальности; 19 — шасси; 20 — лампы разнотерки дальности.

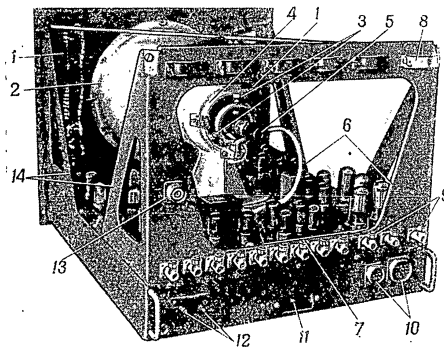


Рис. 37. Общий вид блока индикатора дальности и азимута (вид сзади):

1 — колодка с контрольными гнездами; 2 — резиновое кольцо для крепления электроннолучевой трубки; 3 — установочные винты; 4 — отклоняющая система; 5 — ламповая панель электроннолучевой трубки; 6 — азимутная шкала разнотерки дальности; 7 — лампы схемы развертки азимута; 8 — кабель для подключения кабелей; 9 — разъемы низкочастотных кабелей; 10 — разъемы силовых кабелей; 11 — контакт блокировки; 12 — зажим цепи накала «а»; 13 — разъем высоковольтного кабеля; 14 — лампы схемы смешивания и усиления масштабных отметок и отраженных сигналов.

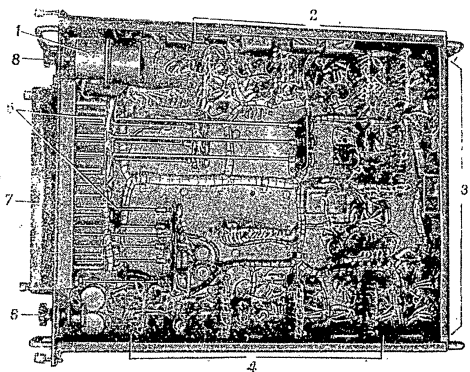


Рис. 38. Общий вид блока индикатора дальности и азимута (вид со стороны монтажа):

1 — сельсин-трансформатор, 2 — детали и лампы схем сменения и усиления масштаба отсчетов и отраженных сигналов, 3 — детали и лампы схемы разнотки азимута; 4 — детали и лампы схемы разнотки дальности; 5 — оси потенциометров, выведенные на переднюю панель, 6 — ручки установки дальности, 7 — рама; 8 — ручки установки сектора обзора.

Детали и монтаж прибора размещены под горизонтальной панелью и на боковых стенках шасси.

Все органы регулировок, подобно блоку индикатора кругового обзора, расположены в нише.

Потенциометры, оси которых выведены на переднюю панель, и электроннолучевая трубка закреплены так же, как в индикаторе кругового обзора. Расположение трубки и отклоняющей системы на шасси показано на рис. 35.

Назначение рамы с оранжевым плексигласом, расположенной перед экраном трубки, такое же, как и в индикаторе кругового обзора.

Блок ВО-01 соединяется с блоком БП-01, находящимся с ним в одном шкафу, с блоками ПО-02 и НО-02, а также с распределительным щитом через разъемы, расположенные на задней стенке шасси. Всего в индикаторе 12 высокочастотных разъемов, служащих для передачи импульсов запуска (разъемы 1032, 1033), отсчетов дальности (разъемы 1026 и 1027), отсчетов азимута (разъемы 1030 и 1031), отраженных сигналов вертикального канала (разъемы 1024 и 1025), отраженных сигналов наклонного канала (разъемы 1028 и 1029) и сигналов опознавания (разъемы 1028 и 1029).

Напряжения с блока питания подаются на индикатор через разъем 1035. Напряжение с блока ХА-01 подается через разъем 1031. Высокое напряжение на анод электроннолучевой трубки подается через высоковольтный разъем 1023. Напряжение накала, идущее к большинству ламп блока, подается со специальных контактов 1018 и 1019. В одном ряду с силовыми разъемами расположен контакт блокировки.

Общий вид блока индикатора дальности и азимута показан на рис. 36, 37 и 38.

ГЛАВА III

ИНДИКАТОР ВЫСОТЫ НО-02

1. ОБЩИЕ СВЕДЕНИЯ ОБ ИНДИКАТОРЕ

§ 30. Назначение

Индикатор высоты предназначен для работы в системе радиолокационной станции П-20 совместно с индикаторами ПО-02 и ВО-01. Он служит для измерения высоты обнаруженных радиолокатором воздушных целей. На экране индикатора высоты засвечиваются точки, по которым с помощью шкалы, помещенной перед экраном, можно определять высоты целей.

§ 31. Технические данные

1. Индикация цели осуществляется яркостной отметкой сигнала на экране электронолучевой трубки.
2. Развертка — горизонтальная (дальность) и вертикальная (угол поворота антенны).
3. Масштаб дальности — 200 км.
4. Определение высоты методом вертикальной и наклонной антенн. Высота цели на экране трубки определяется визуально по положению отметок отраженных сигналов смешанного вертикального и смешанного наклонного каналов относительно линий равных высот, нанесенных на графическую шкалу, помещенную перед экраном электронолучевой трубки.
5. В блоке НО-02 предусмотрено последовательное засвечивание в нижней части экрана отраженных сигналов, поступающих по смешанному вертикальному каналу, а в верхней части экрана — отраженных сигналов, поступающих по смешанному наклонному каналу. Это дает возможность одновременно наблюдать на экране отраженные сигналы обоих каналов.

§ 32. Метод определения высоты

При определении высоты цели используется дополнительная антенна наклонного луча. Обе антенны вертикального луча и на-

клонного луча укреплены на общем основании и вращаются совместно вокруг вертикальной оси.

Диаграммы направленности обеих антенн сильно сжаты в горизонтальной плоскости и вытянуты в вертикальной плоскости.

Плоскость излучения антенны вертикального луча перпендикулярна линии горизонта антенны, а наклонного луча наклонена по отношению к горизонту на 45° и развернута в горизонтальной плоскости антенн так, что цель облучается сначала антенной вертикального луча, а при дальнейшем вращении — антенной наклонного луча. Такая система расположения антенн позволяет выбрать угол места цели через угол поворота антенной системы.

Связь между углом места и углом поворота антенной системы определяется формулой

$$\operatorname{tg} \theta = \sin (\varphi - \beta),$$

где φ — угол поворота антенны между двумя последовательными облучениями цели;

θ — угол места;

$\beta = 10^\circ$ — угол разворота антенны в горизонтальной плоскости наклонного луча относительно антенны вертикального луча.

Связь угла места с высотой при заданной дальности определяется формулой

$$H = D \sin \theta + \frac{D^2}{2R},$$

где H — высота полета цели в км;

R — радиус земли в км;

D — искомая дальность в км.

Более подробно метод определения высоты цели рассмотрен в описании приемно-передающей части станции (Техническое описание, ч. 1).

§ 33. Составные части

Общий вид шкафа индикатора высоты показан на рис. 39. Индикатор высоты оформлен в виде шкафа, в отсеки которого вставляются следующие блоки:

- блок отметок угла поворота антенны ЗА-01;
- блок индикатора высоты НО-02;
- телефонная панель ТП-03;
- блок питания индикатора БП-01.

Описание блока отметок угла поворота антенны ЗА-01 и блока питания БП-01 приведено в ч. III. Технического описания.

2 ОПИСАНИЕ ИНДИКАТОРА

§ 34. Работа индикатора

Индикатор высоты является осциллографическим индикатором с горизонтальной и вертикальной развертками и яркостной отметкой сигнала.

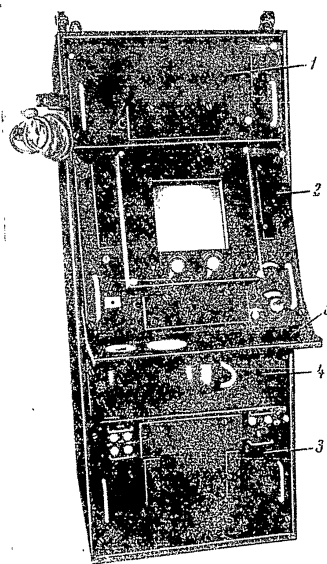


Рис. 39. Общий вид шкафа индикатора высоты.
1—блок ЗА-01; 2—блок НО-02; 3—блок ВП-01; 4—телефонная панель ТП-03; 5—стол управления изменением наклона антенны.

Развертка по горизонтальной оси трубки линейна и пропорциональна равномерной шкале дальности. По вертикальной оси развертка экспоненциальна и пропорциональна синусу угла поворота антенной системы относительно любого фиксированного начального угла заданного направления.

Схема развертки дальности блока создает линейно меняющийся во времени ток, которым питаются катушки, отклоняющие луч в горизонтальном направлении; в результате этого луч смещается слева направо по горизонтальной оси трубки.

Схема вертикальной развертки, т. е. развертки угла поворота антенны, создает ток, которым питаются катушки, отклоняющие луч в вертикальном направлении, при этом луч смещается вверх по вертикальной оси трубки. Характер изменения тока вертикальной развертки экспоненциальный за счет экспоненциального заряда конденсатора. Амплитуда напряжения, до которого заряжается конденсатор в данный момент времени, определяется величиной синусоидального напряжения управляемого выпрямителя в этот же момент. Как известно, амплитуда синусоидального напряжения с выхода управляемого выпрямителя пропорциональна углу поворота антенны. Максимальное напряжение, до которого заряжается конденсатор вертикальной развертки, ограничивается амплитудой синусоиды управляемого выпрямителя. Таким образом, в каждый данный момент времени амплитуда вертикальной развертки пропорциональна углу поворота антенны.

Напряжения отраженных сигналов вертикального и наклонного каналов, поступающие на индикатор со смесительно-блашкирующего устройства (СБ-50), фиксируются на экране индикатора в виде двух вертикальных черточек, разнесенных по экрану трубки вдоль вертикальной оси. Взаимное расположение этих черточек на экране индикатора определяет значение угла поворота антенной системы между последовательными пересечениями цели вертикальным и наклонным лучами.

Для считывания угла поворота антенной системы на экран трубки подаются отметки угла с блока ЗА-01 независимо от блока ЖА-50 через каждые 5 градусов. Напряжение для образования отметок угла подается с сельсин-датчика 5-ти градусных отметок блока ФД-01 на блок ЗА-01 через сельсин-трансформатор БСТ, расположенный в блоке НО-02 и питаемый с сельсин-трансформатором развертки.

При изменении сектора обзора, т. е. при повороте сельсин-трансформатора развертки (ручка УСТАНОВКА СЕКТОРА), поворачивается и сельсин-трансформатор отметок угла, электрическая сетка на экране индикатора во время его работы остается неподвижной.

Изображение на экране индикатора высоты показано на рис. 40. Для правильной установки нулевой отметки при согласовании блока НО-02 в системе станции имеется возможность подавать отметку азимута с блока ЖА-50. НУЛЕВАЯ ОТМЕТКА или НУЛЕВАЯ ЛИНИЯ устанавливается в нижней части экрана индикатора.

§ 35. Упрощенная скелетная схема

В упрощенную скелетную схему индикатора высоты (рис. 41) входят:

- электроннолучевая трубка 1;
- цепь развертки дальности 2;
- цепь смешивания и усиления масштабных отметок дальности и угла поворота антенны и азимута 3;
- цепь питания развертки угла поворота антенны 4;
- цепь развертки угла поворота антенны 5;
- цепь усиления отраженных сигналов 6;
- цепь управления рабочим режимом трубки 7;
- цепь записывания развертки по углу поворота антенны 11;

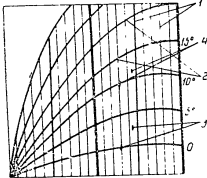


Рис. 40. Изображение на экране индикатора высоты:
1 — масштабные отметки дальности;
2 — масштабные отметки угла поворота антенны;
3 — изображение цели от антенны вертикального луча;
4 — изображение цели от антенны наклонного луча.

ки 10, а в цепь развертки угла поворота антенны — катушки 9.

На развертке засвечиваются масштабные отметки дальности и угла поворота антенны, создавая на экране масштабную сетку. Отраженными сигналами засвечиваются вертикальные черточки на развертке, причем отраженные сигналы вертикального канала попадают в нижнюю, а наклонного канала — в верхнюю часть экрана. Рабочий режим трубки создается цепью питания. Фокусирующая катушка 8 входит в цепь питания трубки.

§ 36. Полная скелетная схема

Полная скелетная схема индикатора высоты приведена на рис. 42.

В индикаторе высоты применяется электроннолучевая трубка типа 31ЛМ32. Управление лучом такое же, как и в индикаторах ПО-02 и ВО-01.

Описание трубки и цепей ее питания приведено в приложении в конце книги.

Как и в предыдущих индикаторах, пилообразный ток в отклоняющих катушках вырабатывается в цепи развертки дальности.

Цепь развертки дальности состоит из схемы запуска и расширения 1, схемы генератора пилообразного напряжения 2 и усилителя тока с обратной связью 3. Отклонение электронного луча от одного

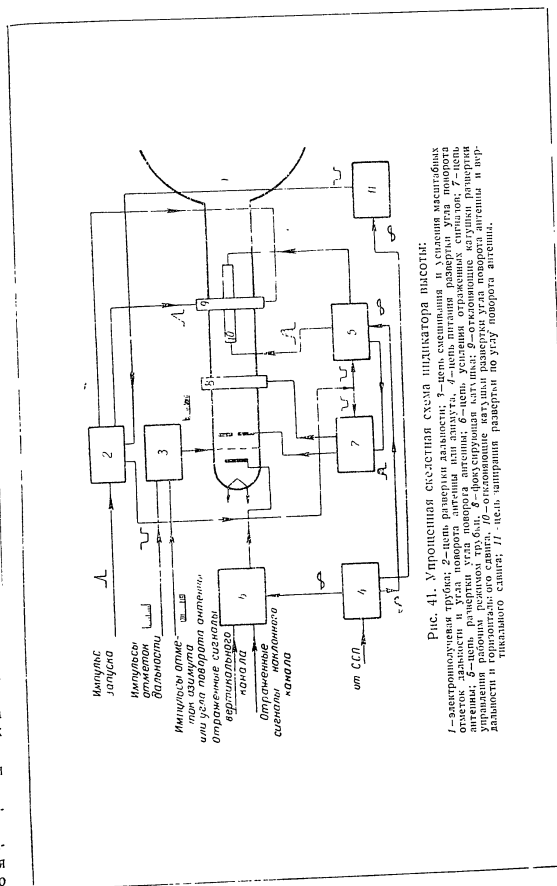
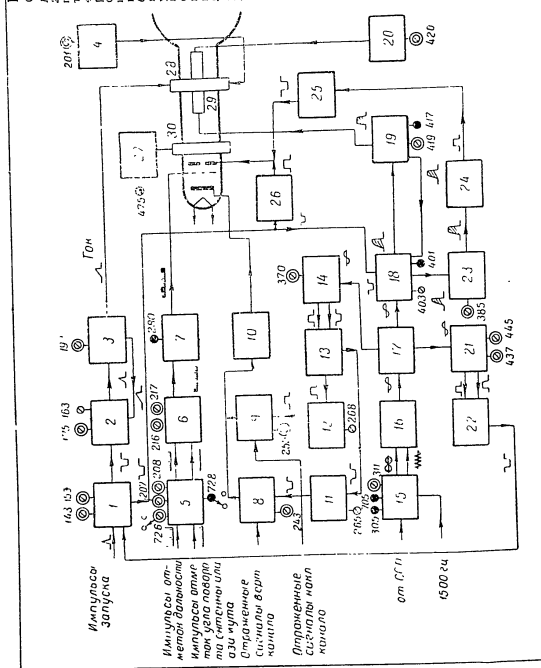


Рис. 41. Упрощенная скелетная схема индикатора высоты:

1 — электроннолучевая трубка; 2 — цепь развертки дальности; 3 — цепь смешивания и усиления масштабных отметок дальности и угла поворота антенны и азимута; 4 — цепь питания развертки угла поворота антенны; 5 — цепь развертки угла поворота антенны; 6 — цепь усиления отраженных сигналов; 7 — цепь управления рабочим режимом трубки; 8 — фокусирующая катушка; 9 — катушки отклонения луча; 10 — катушки записывания развертки по углу поворота антенны; 11 — цепь записывания развертки по углу поворота антенны.

[illegible]

Длительность нарастания пилообразного напряжения опре-

ляется длительностью отрицательного импульса схемы расширения. Скорость нарастания пилообразного напряжения регулируется ручкой 401, а амплитуда ручкой 417. Потенциометром 403, ось которого выведена на горизонтальную панель, корректируют искажение начала вертикальной развертки.

в) Каскад ограничения развертки угла поворота антенны ограничивает амплитуду генератора пилообразного напряжения. Такое ограничение необходимо потому, что при больших значениях углов поворота антенной системы (превышающих углы места, соответствующие предельному значению высоты в 16 км) амплитуда напряжения генератора пилообразных колебаний, а следовательно и амплитудное значение тока в отклоняющих катушках, могут превышать амплитудное значение напряжения (тока), соответствующее полному отклонению электронного луча в пределах экрана трубки. Для того чтобы исключить появление больших токов в отклоняющих катушках и тем самым ограничить максимальное напряжение на них, амплитуду генератора пилообразного напряжения необходимо ограничить. Уровень ограничения амплитуды пилообразного напряжения регулируется потенциометром 355, ось которого выведена под шлиц.

г) Схема усилителя тока с обратной связью аналогична одноименной схеме в цепи развертки дальности.

Каскад сдвига развертки угла поворота антенны обеспечивает сдвиг начала вертикальной развертки на нижний край экрана трубки. Это позволяет использовать для измерения углов поворота антенны весь экран трубки в вертикальном направлении. Схема аналогична схеме горизонтального сдвига в индикаторах ПО-02 и ВО-01.

Цепь усиления видеосигналов получает отраженные сигналы раздельно по двум каналам: наклонному и вертикальному. В цепи усиления сигналы усиливаются и в определенной последовательности поочередно по одному каналу подаются на катод электроннолучевой трубки. Цепь усиления видеосигналов состоит из усилителей отклоняющего канала 8 и вертикального 9 каналов, выходных каскадов схемы усиления отраженных сигналов 10, выходных каскадов управления режимами усилителей наклонного 12 и вертикального 11 каналов; стабилизатора уровня 13 и электронного переключателя 14. На вход цепи усиления отраженных сигналов вертикального и наклонного каналов подаются соответствующие сигналы, которые с выхода усилителей по одному каналу поступают на лампы, которые и далее на катод электроннолучевой трубки. Поочередная работа усилительных каскадов обеспечивается схемой управления режимом усилителей (11, 12, 13 и 14), питающихся выходным напряжением управляемого выпрямителя. Основным элементом этой схемы является электронный переключатель. Питание этого переключателя осуществляется от выходного напряжения развертки, которое огибающей амплитуды выходного напряжения развертки угла поворота антенны, электронный переключатель одновременно вырабатывает два напряжения, резко отличающихся одно от

другого по амплитудам. Эти напряжения по двум каналам подаются на усилительные каскады, управляя их рабочим режимом. Усилительный каскад, который в данный момент подключен к каналу с низким потенциалом, заперт и импульсы отраженных сигналов на катод трубки не пропускает. Второй усилительный каскад, наоборот, в это время подключен к каналу с высоким потенциалом и пропускает импульсы отраженных сигналов на катод трубки.

Электронный переключатель имеет два устойчивых состояния равновесия. То или другое состояние равновесия электронного переключателя определяется амплитудой и знаком входного напряжения. Переход схемы электронного переключателя из одного состояния равновесия в другое происходит скачком, при этом уровни напряжений на выходе электронного переключателя меняются местами. Соответственно меняется и режим усилительных каскадов, связанных с электронным переключателем. В зависимости от положения движка потенциометра 370 переход электронного переключателя из одного состояния равновесия в другое будет происходить на разных уровнях напряжения огибающей амплитуды входного напряжения развертки угла поворота антенны. Таким образом, будет регулироваться величина угла обзора по вертикальному и наклонному каналам. Напряжение с электронного переключателя подается на стабилизатор уровня, стабилизирующий уровень напряжения катодов, на который в данный момент действует высокий потенциал. Выходные каскады схемы (11 и 12) обеспечивают нормальный режим работы усилительных каскадов.

Потенциометрами 265 и 268, оси которых выведены на горизонтальную панель, устанавливается рабочий режим этих каскадов. Шлицами потенциометров 243 и 255 регулируются коэффициенты усиления каскадов.

Схема записи развертки по азимуту служит для таких же целей, как и одноименная схема в индикаторе ВО-01. Схема дает возможность воспроизводить на экране трубки масштабную сетку и отраженные сигналы в установленном участке, ограниченном по азимуту (30°). Эта схема состоит из таких же элементов, как и одноименная схема в индикаторе ВО-01.

Цепь управления рабочим режимом трубки состоит из схемы ограничения рабочего участка развертки угла поворота антенны 21 и 25 и, так же, как в индикаторах ВО-01 и ПО-02, из схемы засвета 26 и схемы управления фокусировкой 27.

Фокусировка регулируется ручкой потенциометра 475. Схема ограничения рабочего участка развертки угла поворота антенны включает в себя каскад усиления с момента ограничения по амплитуде развертки угла поворота антенны исключает мешающий подсвет трубки во время нерабочего участка вертикальной развертки. Каскад усиления связывается с каскадом 23, ограничивающим амплитуду развертки угла поворота антенны на входе усилителя амплитуды развертки угла поворота антенны на входе усилителя

ляется длительностью отрицательного импульса схемы расширения. Скорость нарастания пилообразного напряжения регулируется ручкой 401, а амплитуда ручкой 417. Потенциометром 403, ось которого выведена на горизонтальную панель, корректируют искажение начала вертикальной развертки.

в) Каскад ограничения развертки угла поворота антенны ограничивает амплитуду генератора пилообразного напряжения. Такое ограничение необходимо потому, что при больших значениях углов поворота антенной системы (превышающих углы места, соответствующие предельному значению высоты в 16 км) амплитуда напряжения генератора пилообразных колебаний, а следовательно и амплитудное значение тока в отклоняющих катушках, могут превысить амплитудное значение напряжения (тока), соответствующее полному отклонению электронного луча в пределах экрана трубки. Для того чтобы исключить появление больших токов в отклоняющих катушках и тем самым ограничить максимальное напряжение на них, амплитуду генератора пилообразного напряжения необходимо ограничить. Уровень ограничения амплитуды пилообразного напряжения регулируется потенциометром 385, ось которого выведена под шлиц.

г) Схема усилителя тока с обратной связью аналогична описанной схеме в цепи развертки дальности.

Каскад сдвига развертки угла поворота антенны обеспечивает сдвиг начала вертикальной развертки на нижний край экрана трубки. Это позволяет использовать для измерения углов поворота антенны весь экран трубки в вертикальном направлении. Схема аналогична схеме горизонтального сдвига в индикаторах ПО-02 и ВО-01.

Цель усиления видеосигналов получает отраженные сигналы раздельно по двум каналам: наклонному и вертикальному. В цепи усиления сигналы усиливаются и в определенной последовательности поочередно по одному каналу подаются на катод электронолучевой трубки. Цепь усиления видеосигналов состоит из усилителей отраженных сигналов наклонного 8 и вертикального 9 каналов, выходных каскадов усиления отраженных сигналов 10, выходных каскадов управления режимами усилителей наклонного 12 и вертикального 11 каналов; стабилизатора уровня 13 и электронного переключателя 14. На вход цепи усиления отраженных сигналов вертикального и наклонного каналов подаются соответствующие сигналы, которые с выхода усилителей по одному каналу поступают на выходной каскад и далее на катод электронолучевой трубки. Последующая работа усилительных каскадов обеспечивается схемой управления режимом усилителей (11, 12, 13 и 14), питающихся выходным напряжением управляемого выпрямителя. Основным элементом этой схемы является электронный переключатель. Питаясь напряжением огибающей амплитуды выходного напряжения развертки угла поворота антенны, электронный переключатель одновременно вырабатывает два напряжения, резко отличающихся одно от

другого по амплитудам. Эти напряжения по двум каналам подаются на усилительные каскады, управляя их рабочим режимом. Усилительный каскад, который в данный момент подключен к каналу с низким потенциалом, заперт и импульсы отраженных сигналов на катод трубки не пропускает. Второй усилительный каскад оказывается в это время подключенным к каналу с высоким потенциалом и пропускает импульсы отраженных сигналов на катод трубки.

Электронный переключатель имеет два устойчивых состояния равновесия. То или другое состояние равновесия электронного переключателя определяется амплитудой и знаком входного напряжения. Переход схемы электронного переключателя из одного состояния равновесия в другое происходит скачком, при этом уровни напряжений на выходе электронного переключателя меняются местами. Соответственно меняется и режим усилительных каскадов, связанных с электронным переключателем. В зависимости от положения движка потенциометра 370 переход электронного переключателя из одного состояния равновесия в другое будет происходить на разных уровнях напряжения огибающей амплитуды входного напряжения развертки угла поворота антенны. Таким образом, будет регулироваться величина угла обзора по вертикальному и наклонному каналам. Напряжение с электронного переключателя подается на стабилизатор уровня, стабилизирующий уровень напряжения канала, на который в данный момент действует высокий потенциал. Выходные каскады схемы (11 и 12) обеспечивают нормальный режим работы усилительных каскадов.

Потенциометрами 265 и 268, оси которых выведены на горизонтальную панель, устанавливается рабочий режим этих каскадов. Шлицами потенциометров 243 и 255 регулируются коэффициенты усиления каскадов.

Схема записи развертки по азимуту служит для таких же целей, как и одноименная схема в индикаторе ВО-01. Схема дает возможность воспроизводить на экране трубки масштабную сетку и отраженные сигналы в установленном участке, ограниченном по азимуту (30°). Эта схема состоит из таких же элементов, как и одноименная схема в индикаторе ВО-01.

Цепь управления рабочим режимом трубки состоит из схемы ограничения рабочего участка развертки угла поворота антенны 21 и 25 и, так же, как в индикаторах ВО-01 и ПО-02, из схемы засвета 26 и схемы управления фокусировкой 27.

Фокусировка регулируется ручкой потенциометра 475. Схема ограничения рабочего участка развертки угла поворота антенны включает в себя каскад усиления 24 и выходной каскад 25. Запирание вертикальной развертки с момента ограничения по амплитуде развертки угла поворота антенны исключает мешающий подсвет трубки во время нерабочего участка вертикальной развертки. Каскад усиления связывается с каскадом 23, ограничивающим амплитуду развертки угла поворота антенны на входе усилителя

для появления положительный импульс, который после усиления подается на выходной каскад этой схемы. Напряжением выходного каскада электроннолучевая трубка запирается по ускоряющему электроду.

3. ОПИСАНИЕ ПРИНЦИПИАЛЬНОЙ СХЕМЫ ИНДИКАТОРА

§ 37. Схема развертки дальности

В схеме развертки дальности индикатора высоты, так же, как и в одноименных схемах индикаторов ПО-02 и ВО-01, вырабатывается линейно-изменяющийся во времени ток, которым питаются отклоняющие катушки индикатора.

Электромагнитное поле, создаваемое этим током, смещает электронный луч трубки вдоль экрана.

В схему развертки дальности индикатора высоты (рис. 43) входят те же элементы, что и в так же схемы блоков индикаторов ПО-02 и ВО-01. Отличия этой схемы в индикаторе ПО-02 сводятся к следующему:

1. Так как в индикаторе имеется только одна шкала, то исключена схема задержки и все элементы регулировки, связанные с переключением шкал.

2. Пределы расширения импульса в схеме расширения выбраны в соответствии со шкалой. Длительность П-образных импульсов определяется емкостью конденсатора 512 и величинами постоянного сопротивления 152 и переменного сопротивления 153. Длительность импульса регулируется от 0,4 мсек (60 км) до 2 мсек (300 км). Таким образом, заданный диапазон перекрывается полностью.

Амплитуда выходных импульсов порядка 120 в. Сопротивления 145 и 151 — контрольные и на работу схемы не влияют.

3. В схеме генератора пилообразного напряжения исключены лишние конденсаторы и сопротивления, связанные с переключением шкал.

Схема сдвига развертки дальности совершенно аналогична одноименной схеме в блоке индикатора ВО-01 (§ 22).

Отклоняющие катушки горизонтального отклонения и сдвига также же, как и одноименные катушки блока ВО-01, и описаны в приложении.

§ 38. Схема смешивания и усиления масштабных отметок дальности и угла поворота антенны или азимута

Принципиальная схема цепи смешивания и усиления масштабных отметок дальности и угла поворота антенны или азимута приведена на рис. 44. Она совершенно одинакова с одноименной схемой в блоке индикатора ПО-02, приведенной в § 8. Отличие состоит только в том, что в индикаторе ПО-02 имеется переключатель 726, который даст возможность подавать на сетку правой половинки лампы 15 или отметки азимута, поступающие с разъема 1078

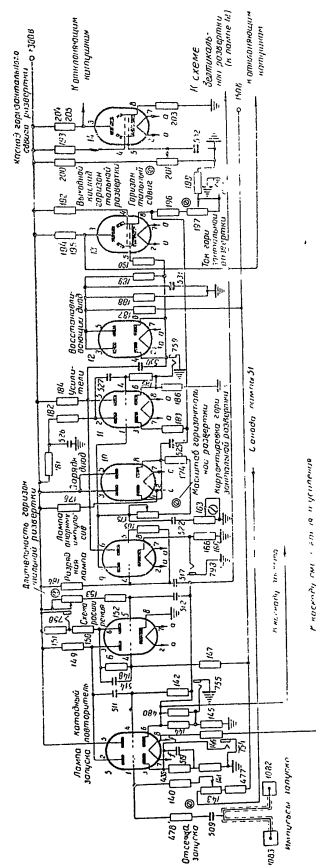
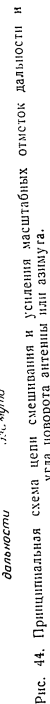


Рис. 43. Схема развертки дальности индикатора высоты.



§ 39. Цепь развертки угла поворота антенны

получения развертки угла поворота антенны в

- схема развертки угла поворота антенны. Эта схема

- рис. 45) совпадает с частью схемы развертки азим

В результате работы этой схемы на катодной лампе повторится огибающая амплитуды входного напряжения лампы, а на аноде — огибающая амплитуды напряжения на входные цепи лампы.

В качестве приемного сельсинна на вход схемы питания разбери-

Эти два сельсинна образуют блок БСТ, описание и назначение

Схема развертки угла поворота антенны приведена на рис. 46.

Лампа 41 генератора пилообразного напряжения

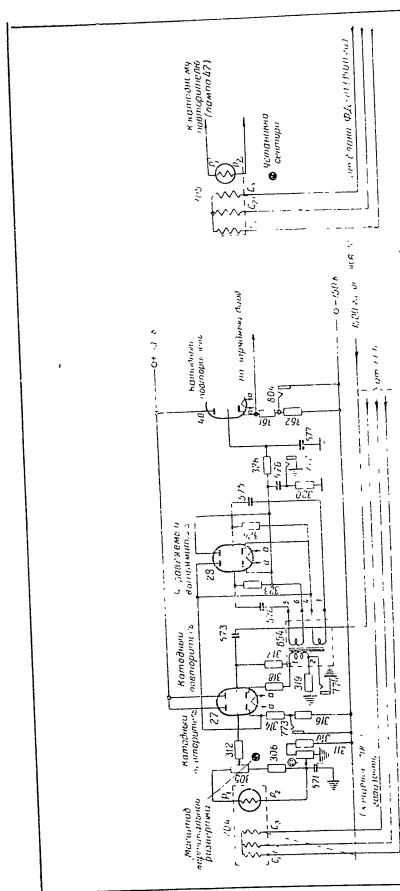


Рис. 45. Схема питания развертки угла поворота антенны.

управляющую сетку разрядной лампы она запирается и конденсатор генератора развертки начинает заряжаться.

Амплитуда, до которой заряжается конденсатор генератора развертки, зависит от действующего значения напряжения на аноде правой половины лампы 40 (при данной установке ручки потенциометра 417, т. е. от угла поворота антенны относительно некоторого фиксированного его значения), так как на правый диод подается напряжение со схемы питания развертки. Закон изменения напряжения, соответствующего углу поворота антенны во времени, определяется величиной сопротивления потенциометра 417, при котором изображение, получающееся на экране, совпадает с графической шкалой. В индикаторе высоты схема развертки угла поворота антенны построена из соображений возможности раздельной регулировки начального наклона экспоненциальной развертки сопротивлением 401. Величина этого сопротивления (при данном угле и сопротивлении потенциометра 417) выбрана такой, что регулировка формы напряжения дает возможность совмещать линии углов поворота антенны, получаемые на экране трубки, с соответствующими им линиями графической шкалы. В схеме генератора развертки угла поворота антенны для регулирования максимальных значений амплитуды напряжения применен компенсационный метод, положенный в основу построения схемы генератора развертки компенсирующего напряжения на катоде лампы 40 к напряжению зарядного конденсатора изменяется и максимальное значение амплитуды на зарядном конденсаторе (при данном угле поворота антенны). По сравнению со схемой развертки дальности в схеме развертки угла поворота антенны величина компенсирующего напряжения взята заведомо меньше, так как полная компенсация нелинейности напряжения на конденсаторе здесь не нужна. Величина компенсирующего напряжения в этой схеме регулируется потенциометром 417. Этим изменяется максимальная величина напряжения. Начальный наклон экспоненты регулируется изменением величины переменного сопротивления 401 в цепи заряда.

Схема усилителя с обратной связью аналогична схеме развертки дальности в индикаторе ПО-02 (§ 7). В эту схему усилителя с обратной связью входят лампы 43 типа 6Н18С, 44 типа 6Х6С и 45 типа 6П3С (рис. 46).

В анодную цепь левой половины лампы 43 включена развязывающая цепь из сопротивления 405 и конденсатора 593. Развязывающая цепь уменьшает воздействие импульсов, которые могут поступать через анодную шину на сетку правой половины лампы 43. Этим достигается устойчивость режима схемы с обратной связью.

Постоянная времени сеточной цепи правой половины лампы 43, определяемая величиной сопротивления 410 и емкостью конденсатора 594 и равная 30 мксек, обеспечивает неискаженную передачу на сетку лампы пилообразного экспоненциального напряжения предельно большой длительности.



Price

Выходная лампа 45 до прихода разветвляющегося напряжения работает в режиме исполнения записи, так как амплитуда напряжения разветвки возрастает, начиная с нулевого значения. Постоянное смещение на управляющей сетке лампы 45 порядка $-45 \div -50$ В. Для неискаженной передачи нелообразного напряжения постоянная величина сеточной цепи выходной лампы, определяемая величиной емкости конденсатора 395, выбрана равной сопротивлению 411 и емкостью конденсатора 303. Постоянный уровень напряжения переходного конденсатора 395 восстанавливается правой лампой 44. Конденсатор 572 — блокирующий.

Для того чтобы иметь возможность регулировать раздельно ток в каждой лампы и амплитуду развертки, катодная цепь выходной лампы состоит из двух параллельных цепей. В одну из этих цепей входит потенциометр 417, регулирующий амплитуду развертки, а в другую — сопротивление 419, регулирующее ток выходной лампы.

Параметры и конструкция катодных, отклоняющих электронных луч в вертикальном и горизонтальном направлениях, в индикаторе ИО-02 такие же, как и у отклоняющих катодных в индикаторе ВО-01.

Отклоняющие катушки, включенные в анодную цепь лампы сдвига такие же, как и катушки горизонтального сдвига (см. приложение 426, 427).

Каскад ограничения амплитуды вертикальной развертки собран на лампе 37 (диод типа 6Х6С). К катоду этой лампы подводится положительное напряжение определенной величины. С того момента, когда пилообразное напряжение, действующее на аноде лампы, превышает потенциал катода, диод отпирается и шунтирует зарядный конденсатор, не давая ему зарядиться до большего напряжения. Уровень ограничения амплитуды вертикальной развертки регулируется потенциометром 385 в пределах от 0 до 65 в (изменяется постоянный положительный потенциал на катоде ограничивающего конденсатора 52). Замекаяют по перемещению напряжения (до дна). Конденсатор 521 заземляет по перемещению угла поворота антенны. Запирающий импульс образуется на сопротивлении 384 в момент отпирания дна.

§ 40. Схема усиления отраженных сигналов вертикального и наклонного каналов

Схема усиления отраженных сигналов даст возможность устанавливать амплитуду отраженных сигналов, при которой на экране трубки получаются достаточно яркие отметки от них. Отраженные сигналы вертикального и наклонного каналов поступают на управляющий электрод трубки не одновременно. Периодичность их подачи автоматически регулируется каскадами переключения вертикального и наклонного каналов таким образом, что на управляющий электрод трубки сначала поступают сигналы с вертикального канала, а затем с наклонного.

Схема усиления отраженных сигналов (рис. 47) состоит из двух одинаковых широкополосных усилителей (лампы 20 и 21 типа 6Ж4) с выходным каскадом на лампе 25 типа 6Н7С и схемы управления переключением каналов, в которую входят генератор управляющих импульсов уровня (лампа 33 типа 6П8С), катодные повторители (лампы 22 и 23 типа 6Н8С) и восстанавливающие диоды (лампа 24 типа 6Н8С).

На сетки ламп усилителей раздельно поступают импульсы отраженных сигналов с антенны вертикального луча (лампа 20) и антенны наклонного луча (лампа 21). Обе лампы усилителей имеют общую анодную нагрузку, с которой напряжение через разделительный конденсатор подается на сетку катодного повторителя (правая половина лампы 25). Левая половина лампы 25 служит для восстановления постоянной составляющей напряжения на переходном конденсаторе, включенном между анодом усилительных ламп и выходным катодным повторителем. Выход схемы связан с катодом электроннолучевой трубки.

За исключением сеточных цепей схемы усилителей отраженных сигналов аналогична одноименной схеме в индикаторе кругового обзора, описанной в § 9.

Постоянная времени сеточной цепи усилительной лампы 20 (21) определяется емкостью конденсатора 549 (554) и величиной сопротивления лампы при переключении каналов. Сопротивление выключенной лампы при переключении каналов. Сопротивление 238 (250) ограничивает сеточные токи лампы 20 (21), которые могут появиться, если на ее сетку придут импульсы с большой амплитудой. Сопротивление 243 (255) предназначено для регулировки коэффициента усиления лампы в пределах от 3 до 15. Сопротивление 244 (256) — контрольное.

Управление режимом каскадов усиления осуществляется изменением смещения на управляющих сетках усилительных ламп 20 и 21. Смещение на сетках этих ламп определяется величиной анодного напряжения левой и правой половин лампы 33. Лампа 33 работает по схеме генератора управляющих импульсов уровня, принцип работы которой описан в приложении (р. конце книги).

Величина напряжения на анодах ламп генератора управляющих импульсов определяется величиной напряжения на сетке правой по-

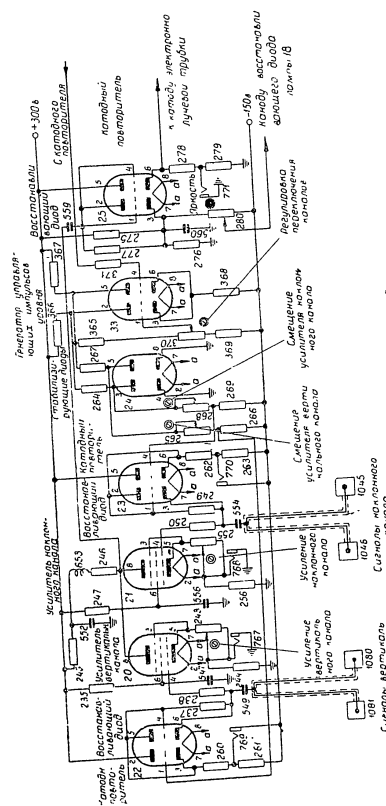


Рис. 47. Принципиальная схема усиления отраженных сигналов вертикального и наклонного каналов.

ловини лампы 33, на которую поступает напряжение с выхода управляемого выпрямителя. Это напряжение определяется углом поворота антенны относительно установленного на индикаторе азимута, совпадающего с направлением излучения антенны вертикального луча в момент пересечения цели лучом. Следовательно, для того чтобы зафиксировать на экране индикатора отраженный сигнал, надо задать рабочее смещение на управляющую сетку лампы 20 усилителя вертикального канала. При этом смещение на управляющей сетке лампы 21 усилителя отраженных сигналов наклонного канала должно обеспечивать полное ее запаривание. Это условие и определяет величину напряжения на анодах лампы генератора управляющих импульсов уровня в момент пересечения цели вертикальным лучом.

Как видно из рис. 47, величина смещения на лампах 20 и 21 определяется напряжением на левом и правом анодах лампы 33. Делители напряжения, связывающие аноды лампы 33 с минусовой шиной питания, позволяют задать рабочий режим по управляющей сетке той усилительной лампы, которая связана с запертой лампой генератора управляющих импульсов уровня. Усилительная лампа, связанная через эту цепь с открытой лампой генератора управляющих импульсов, будет заперта отрицательным смещением на ее управляющей сетке. Следовательно, в момент пересечения цели вертикальным лучом правая половина лампы 33 должна быть заперта, а левая открыта. Для того, чтобы обеспечить возможность обзора некоторого пространства по вертикальному каналу, переключение генератора управляющих импульсов уровня происходит не сразу после совпадения выбранного на индикаторе азимута с направлением вертикального луча, а с некоторым запаздыванием. Запаздывание следует устанавливать примерно равным $6-7^\circ$. Величина угла, при котором выключается вертикальный канал и включается наклонный канал, регулируется потенциометром 370. Пределы регулировки от 0 до 56° обеспечивают необходимый рабочий диапазон обзора по обоим каналам.

После переключения генератора управляющих импульсов уровня правая половина лампы 33 отпирается и смещение на управляющей сетке лампы 20 падает до величины, соответствующей полному ее запариванию. В это же время напряжение на аноде левой половины лампы 33 возрастает и смещение на управляющей сетке лампы 21 становится таким, при котором лампа отпирается.

Для того, чтобы величина сопротивлений делителя в цепи переключения напряжения с анодов лампы 33 на сетку лампы 20 и 21 не влияла на форму импульсов, они шунтированы диодами (лампа 24).

Диоды фиксируют нулевой потенциал при отпираании ламп. При нулевом потенциале на аноде одного из диодов лампы 24 напряжение на сопротивлении 266 (269), задающем смещение на лампу 20 (21) через катодный повторитель (левая половина лампы 22, правая половина лампы 23), регулируется переменным сопротив-

лением 268 (265) в пределах от 0 до 10 в. Это дает возможность правильно выбрать рабочую точку усилительных ламп. При отрицательном потенциале на аноде одного из диодов лампы 24 напряжение на сопротивлении 269 (266) будет регулироваться в пределах от -25 до -45 в, что обеспечивает полное запаривание усилительных ламп.

Плечи делителя напряжения в анодных цепях лампы 33 выбираются так, что на аноде диода (лампа 24), связанного с запертой лампой генератора управляющих импульсов уровня, будет положительный потенциал относительно земли. Это вызовет ток через диод и напряжение на его аноде автоматически установится близким к нулю. Таким образом напряжение смещения на сетке открытой лампы усилителя стабилизируется. Напряжение на аноде правой половины лампы 33 изменяется от $+240$ в (при запертой правой половине лампы 33) и до 60 в (при открытой правой половине лампы 33), а на аноде левой половины лампы 33—соответственно от 60 до 240 в.

Все делители напряжения высокоомные, это сводит к минимуму их влияние на анодные цепи лампы генератора управляющих импульсов и тем самым позволяет увеличить пределы изменения амплитуды напряжения на его анодах. Отношение между величинами высокоомных сопротивлений 267, 265, 266 (и соответственно 264, 268, 269) рассчитано так, что при запертой правой половине лампы 33 потенциал на аноде правого диода 24 положительный ($15+20$ в). На аноде правого диода 24 при запертой правой половине лампы 33 потенциал отрицательный (-25 до -30 в). Такие же потенциалы возникают и на левом диоде лампы 24.

Напряжение с делителя напряжения подается на сетки усилительных ламп не непосредственно, а через катодные повторители (левая половина лампы 22 и правая половина лампы 23). Такое соединение дает возможность уменьшить постоянную времени переключения в сеточных цепях усилительных ламп и тем самым свести время переключения к минимуму. Правая половина лампы 22 и левая половина лампы 23 соединены диодами и используются для восстановления постоянной составляющей напряжения входных конденсаторов. Применение восстанавливающего диода и катодного повторителя обеспечивает восстановление постоянного уровня напряжения после прохождения сигналов помехи с большими амплитудами.

§ 41. Схема запаривания (бланкирования) развертки по углу поворота антенны

Эта схема совершенно одинакова со схемой запаривания развертки по азимуту в блоке индикатора БО-01, описанной в § 26

§ 42. Цепь управления рабочим режимом трубки

Схема цепи управления рабочим режимом трубки приведена на рис. 48. В эту цепь входит схема ограничения рабочего участка раз-

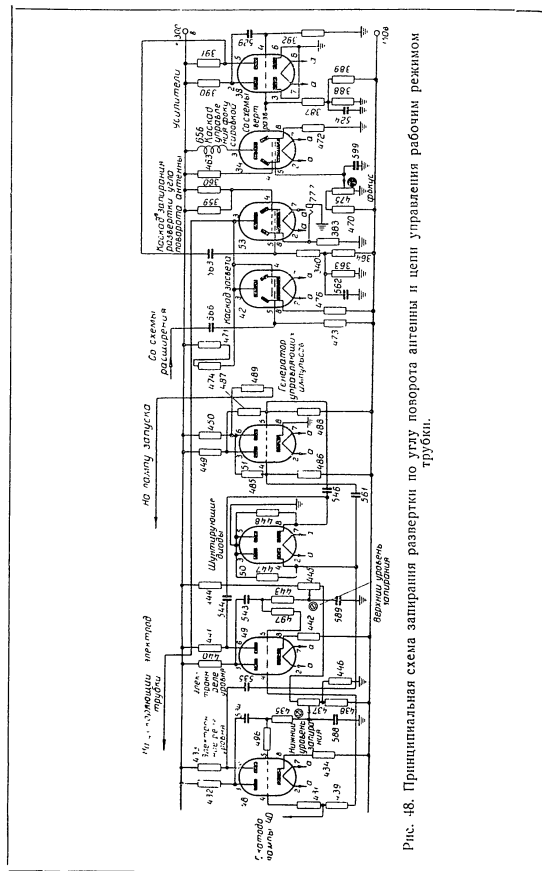


Рис. 48. Принципиальная схема заправки развертки по углу поворота антенны и цепи управления рабочим режимом трубки.

вертки угла поворота антенны. Схема ограничения состоит из лампы 38 типа 6Н9С, работающей в режиме усилителя, и выходной лампы 53 типа 6П6С. На сетку лампы 38 поступает напряжение с каскада ограничения схемы развертки угла поворота антенны. Это напряжение возникает на катоде лампы 37 (рис. 46) в момент начала ограничения пилообразного напряжения, имеющего положительную полярность. После усиления лампой 38 это напряжение подается на управляющую сетку лампы 53, являющуюся выходной лампой этой схемы.

Лампа 38 имеет большой коэффициент усиления. Это дает возможность усилить приходящий на ее сетку импульс малой амплитуды до амплитуды, необходимой для отпирания выходной лампы 53 по управляющей сетке. Делитель напряжения в сеточной цепи левой половины лампы 38 обеспечивает выбор такого напряжения смещения этой лампы, при котором она дает наибольшее усиление. Величина этого смещения порядка 4 в. Конденсатор 524—блокировочный. Второй каскад усиления работает с отсечкой по верхнему пределу; при этом форма выходного импульса становится прямоугольной.

До прихода положительного импульса с анода лампы 38 на сетку лампы 53 последняя заперта отрицательным смещением на ее сетке порядка — 60 в, снимаемым с сопротивлений 363 и 364. С поступлением положительного импульса лампа 53 отпирается и напряжение на ее аноде понижается. Анод этой лампы соединен с ускоряющим электродом трубки так, что с понижением напряжения на аноде лампы 53 трубка запирается по ускоряющему электроду с момента ограничения развертки угла поворота антенны.

К цепи управления рабочим режимом трубки относятся схема завета развертки дальности, работающая на лампе 42 типа 6П3С, и схема управления фокусировкой, работающая на лампе 34 типа 6П3С.

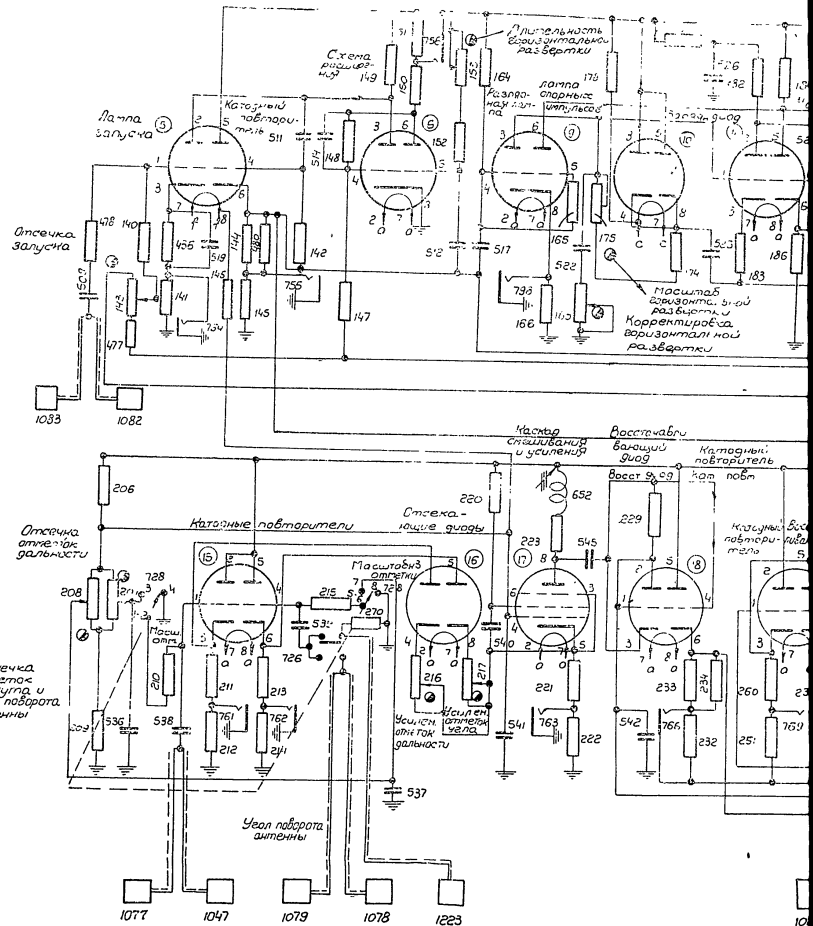
Обе эти схемы аналогичны таким же схемам в индикаторах ПО-02 и ВО-01.

§ 43. Система контроля цепей

Система контроля цепей индикатора высоты аналогична системе контроля цепей индикатора кругового обзора ПО-02, описанной в § 13. Полная принципиальная схема блока индикатора высоты НО-02 приведена на рис. 49.

СПЕЦИФИКАЦИЯ
К ПОЛНОЙ ПРИНЦИПИАЛЬНОЙ СХЕМЕ БЛОКА ИНДИКАТОРА
ВЫСОТЫ НО-02
(рис. 49)

Обозначение на принципиальной схеме	Наименование	Тип	Электрические данные
1	Электроннолучевая трубка	31J1M32	—
5	Лампа	6Н8С	—
6	"	6Н7С	—
9	"	6Н7С	—
10	"	6Х6С	—
11	"	6Н8С	—
12	"	6Х6С	—
13	"	6П3С	—
14	"	6П3С	—
15	"	6Н8С	—
16	"	6Х6С	—
17	"	6Ж4	—
18	"	6Н8С	—
20	"	6Ж4	—
21	"	6Ж4	—
22	"	6Н9С	—
23	"	6Н9С	—
24	"	6Х6С	—
25	"	6Н8С	—
27	"	6Н8С	—
28	"	6Н8С	—
33	"	6Н8С	—
34	"	6Н8С	—
37	"	6П3С	—
38	"	6Х6С	—
39	"	6Н9С	—
40	"	6Н8С	—
41	"	6Ж4	—
42	"	6П3С	—
43	"	6Н8С	—
44	"	6Х6С	—
45	"	6П3С	—
46	"	6П3С	—
47	"	6Н9С	—
48	"	6Н7С	—
49	"	6Н7С	—
50	"	6Х6С	—
51	"	6Н7С	—
53	"	6П6С	—
81	Лампа миниатюрная		6,3 в; 0,28 а
82	"		6,3 в; 0,28 а
140	Сопротивление	Автомобильная ВС-0,25	13,5 в; 0,18 а
141	"	BC-0,25	22 ком, 10%
142	"	BC-0,25	100 ом, 10%
143	"	СП-2-220-А	0,47 Мом, 10%
144	"	BC-2	200 ком, 10%
145	"	BC-0,25	47 ком, 10%
146	"	BC-0,25	100 ом, 10%
	"	BC-0,25	1 Мом, 10%



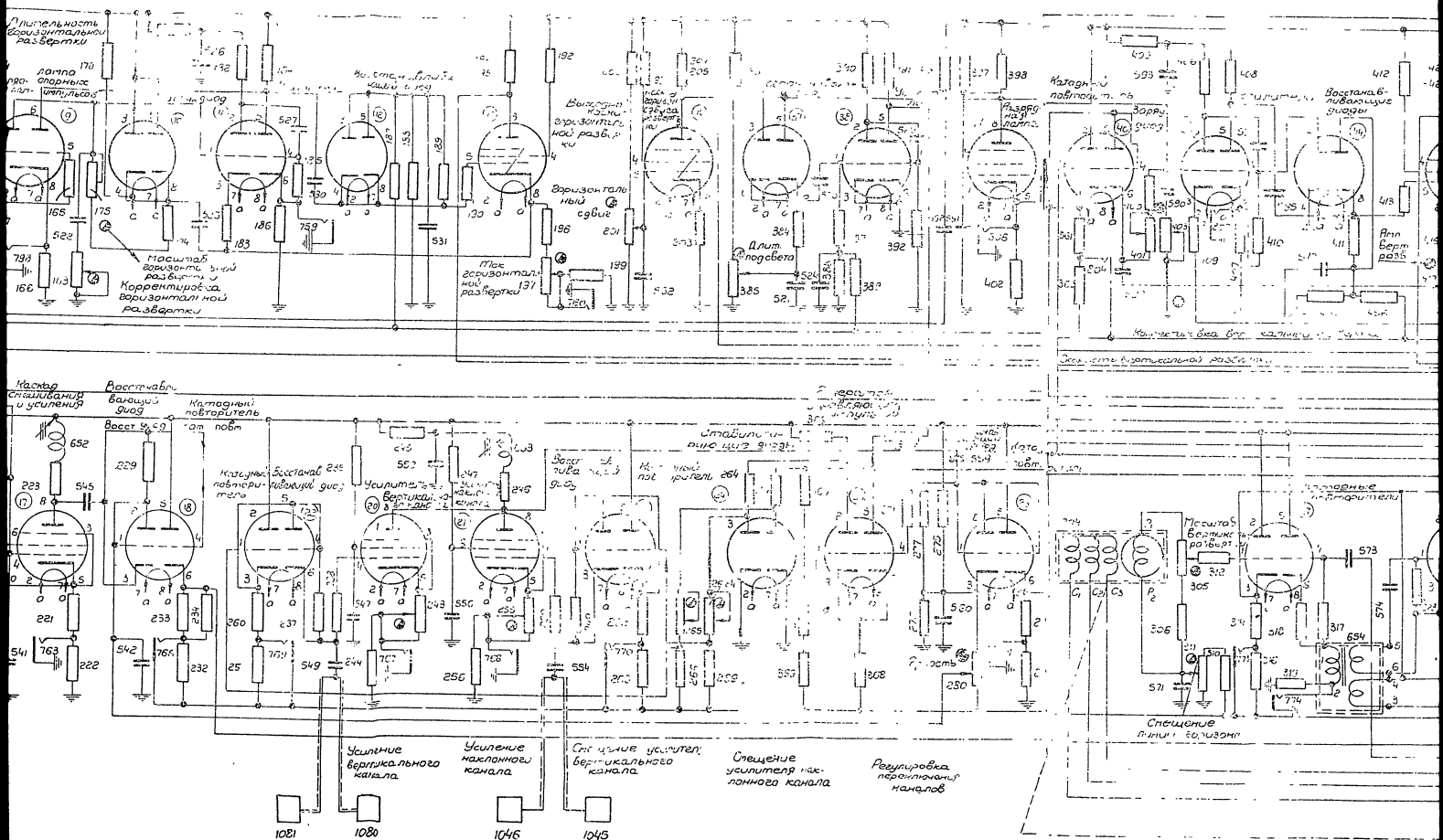
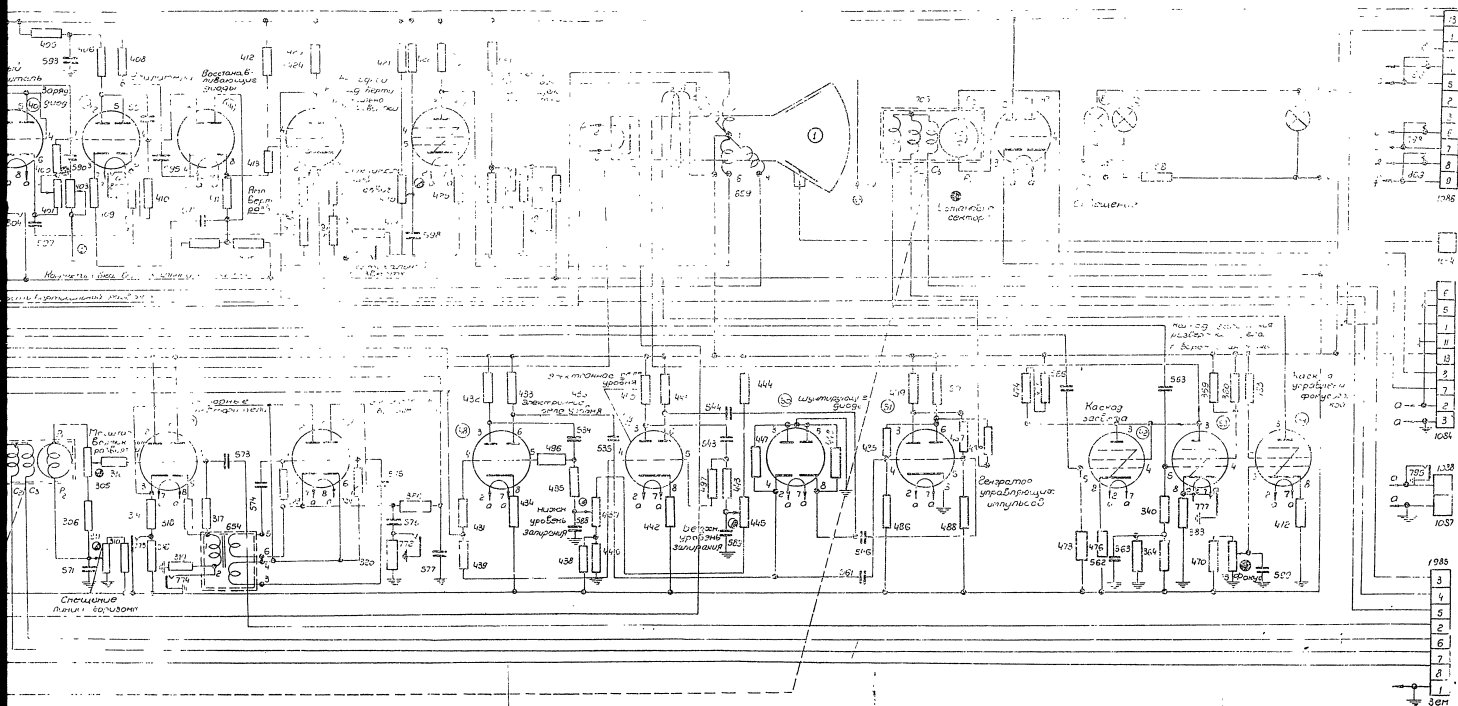


Рис. 49. Полная принципиальная схема блока индикатора высоты НО-02



Обс
на
п104
105
106
107
108
109
110
111
112
113
114
115
116
117
118
119
120
121
122
123
124
125
126
127
128
129
130
131
132
133
134
135
136
137
138
139
140
141
142
143
144
145
146

продолжение

Обозначение на принци- пальной схеме	Наименование	Тип	Электрические данные
147	Сопротивление	BC-1,0	0,33 Мом, 5%
148	"	BC-1,0	0,47 Мом, 5%
149	"	BC-2,0	22 ком, 10%
150	"	BC-2,0	22 ком, 10%
151	"	BC-0,25	100 ом, 10%
152	"	BC-0,5	0,47 Мом, 10%
153	"	СП-2-1000-A	1 Мом
163	"	СП-2-22-A	22 ком
164	"	BC-1,0	1 Мом, 10%
165	"	BC-0,25	0,1 Мом, 10%
166	"	BC-0,25	56 ом, 10%
174	"	BC-1,0	1,2 Мом, 10%
175	"	СП-2-470-A	470 ком
178	"	BC-0,25	1 Мом, 10%
181	"	BC-0,5	10 ком, 10%
182	"	BC-1,0	33 ком, 10%
183	"	BC-0,5	2,7 ком, 10%
184	"	BC-2,0	47 ком, 10%
185	"	BC-0,25	1 Мом, 10%
186	"	BC-0,25	100 ом, 10%
187	"	BC-0,25	100 ком, 10%
188	"	BC-0,25	0,12 Мом, 10%
189	"	BC-0,25	1 Мом, 10%
190	"	BC-0,25	5,6 ком, 10%
192	"	BC-1,0	100 ом, 10%
193	"	BC-1,0	100 ом, 10%
194	"	BC-1,0	15 ком, 10%
195	"	BC-1,0	15 ком, 10%
196	"	ПЭ-1	100 ом
197	"	Проволочное перемен- ное тип 3	200 ом, 4 ат
199	"	СНП	5 ом, 10%
200	"	BC-1,0	0,1 Мом, 10%
201	"	СП-2-220-A	220 ком
203	"	ПЭ-II	2,5 ком
204	"	BC-1,0	15 ком, 10%
205	"	BC-1,0	15 ком, 10%
206	"	BC-1,0	56 ком, 10%
207	"	СП-2-22-A	22 ком
208	"	СП-2-22-A	22 ком
209	"	BC-0,5	15 ком, 10%
210	"	BC-0,25	1 Мом, 10%
211	"	BC-1,0	15 ком, 10%
212	"	BC-0,25	150 ом, 10%
213	"	BC-1,0	15 ком, 10%
214	"	BC-0,25	150 ом, 10%
215	"	BC-0,25	4 Мом, 10%
216	"	СП-2-10-A	10 ком
217	"	СП-2-4,7-A	4,7 ком
220	"	BC-0,5	33 ком, 10%
221	"	BC-2,0	10 ком, 10%
222	"	BC-0,25	56 ом, 10%
223	"	BC-2,0	4,7 ком, 10%

105

Продолжение			
Обозначение на принципиальной схеме	Наименование	Тип	Электрические данные
229	Сопротивление	BC-0,25	1 Мом, 10%
232	"	"	56 ом, 10%
234	"	BC-2,0	33 ком, 10%
235	"	BC-2,0	33 ком, 10%
237	"	BC-1,0	68 ком, 10%
238	"	BC-0,25	0,47 Мом, 10%
243	"	BC-0,25	5,6 ком, 10%
244	"	СП-2-1-A	1 ком
245	"	BC-0,25	56 ом, 10%
246	"	BC-2,0	4,7 ком, 10%
247	"	BC-2,0	3,9 ком, 10%
249	"	BC-1,0	68 ком, 10%
250	"	BC-0,25	0,47 Мом, 10%
255	"	BC-0,25	5,6 ком, 10%
256	"	СП-2-1-A	1 ком
260	"	BC-0,25	56 ом, 10%
261	"	BC-1,0	39 ком, 10%
262	"	BC-0,25	56 ом, 10%
263	"	BC-1,0	39 ком, 10%
264	"	BC-0,25	56 ом, 10%
265	"	BC-0,5	0,33 Мом, 10%
266	"	СП-2-15-A	15 ком
267	"	BC-0,5	0,22 Мом, 5%
268	"	BC-0,5	0,33 Мом, 5%
269	"	СП-2-15-A	15 ком
270	"	BC-0,5	0,22 Мом, 5%
275	"	BC-0,25	75 ом, 5%
276	"	BC-1,0	0,15 Мом, 10%
277	"	BC-1,0	39 ком, 10%
278	"	BC-0,5	0,22 Мом, 10%
279	"	BC-1,0	10 ком, 10%
280	"	BC-0,25	56 ом, 10%
305	"	СП-2-220-A	220 ком
306	"	BC-0,5	56 ком, 10%
310	"	BC-0,5	47 ком, 10%
311	"	СП-2-22-A	22 ком
312	"	BC-0,25	100 ком, 10%
314	"	BC-2,0	27 ком, 10%
316	"	BC-0,25	100 ом, 10%
317	"	BC-0,25	1 Мом, 10%
318	"	BC-1,0	22 ком, 10%
319	"	BC-0,25	150 ом, 10%
320	"	BC-0,25	220 ом, 10%
323	"	BC-0,25	1 Мом, 10%
324	"	BC-0,25	1 Мом, 10%
326	"	BC-0,25	0,47 Мом, 10%
340	"	BC-0,25	0,47 Мом, 10%
359	"	BC-2,0	33 ком, 10%
360	"	BC-2,0	33 ком, 10%
361	"	BC-2,0	27 ком, 10%
362	"	BC-0,25	56 ом, 10%
363	"	BC-0,5	56 ком, 10%

Продолжение			
Обозначение на принципиальной схеме	Наименование	Тип	Электрические данные
364	Сопротивление	BC-0,5	100 ком, 10%
365	"	BC-0,25	0,56 Мом, 10%
366	"	BC-2,0	56 ком, 10%
367	"	BC-2,0	68 ком, 5%
368	"	BC-2,0	68 ком, 10%
369	"	BC-0,25	0,47 Мом, 10%
370	"	СП-2-220-A	220 ком
371	"	BC-0,25	0,47 Мом, 10%
383	"	BC-0,25	100 ом, 10%
384	"	BC-0,25	22 ком, 10%
385	"	СП-2-47-A	47 ком
386	"	BC-0,5	0,22 Мом, 10%
387	"	BC-0,25	0,47 Мом, 10%
388	"	BC-0,5	3,9 ком, 5%
389	"	BC-0,5	0,15 Мом, 5%
390	"	BC-1,0	47 ком, 10%
391	"	BC-1,0	47 ком, 10%
392	"	BC-0,25	0,47 Мом, 10%
397	"	BC-2,0	100 ком, 10%
398	"	BC-2,0	100 ком, 10%
400	"	BC-0,5	100 ком, 10%
401	"	СП-2-220-A	0,22 Мом
402	"	СВП	25 ом, 5%
403	"	СП-2-47-A	47 ком
404	"	BC-0,5	1 Мом, 10%
405	"	BC-0,5	10 ком, 10%
406	"	BC-1,0	33 ком, 10%
407	"	BC-0,25	100 ом, 10%
408	"	BC-2,0	39 ком, 10%
409	"	BC-0,5	2,7 ком, 10%
410	"	BC-0,25	1 Мом, 10%
411	"	BC-0,25	1 Мом, 10%
412	"	BC-2,0	100 ом, 10%
413	"	BC-0,25	5,6 ком, 10%
414	"	СНП	5 ом, 10%
416	"	BC-2,0	200 ом, 5%
417	"	Проволочное переменное, тип 3	300 ом, 4 вт
418	"	ПЭ-1	100 ом
419	"	Проволочное переменное, тип 2	500 ом, 4 вт
420	"	СП-2-220-A	0,22 Мом
421	"	BC-1,0	56 ком, 10%
422	"	BC-1,0	100 ом, 10%
423	"	BC-1,0	4,2 ком, 10%
424	"	BC-1,0	8,2 ком, 10%
425	"	ПЭ-II	2,5 ком
426	"	BC-1,0	8,2 ком, 10%
427	"	BC-1,0	8,2 ком, 10%
431	"	BC-0,25	0,1 Мом, 10%
432	"	BC-2,0	27 ком, 10%
433	"	BC-2,0	37 ком, 10%
434	"	BC-2,0	68 ком, 10%

Продолжение			
Обозначение на принципиальной схеме	Наименование	Тип	Электрические данные
435	Сопротивление	BC-0.25	2,2 Мом, 10%
436		BC-0.5	18 ком, 10%
437		СП-2-68	68 ком
438		BC-0.5	150 ком, 10%
439		BC-0.25	0,1 Мом, 10%
440		BC-2.0	27 ком, 10%
441		BC-2.0	27 ком, 10%
442		BC-2.0	82 ком, 10%
443		BC-0.25	2,2 Мом, 10%
444		BC-0.5	680 ком, 10%
445		СП-2-100	100 ком
446		BC-0.5	15 ком, 10%
447		BC-0.25	2,2 Мом, 10%
448		BC-0.25	2,2 Мом, 10%
449		BC-2.0	27 ком, 5%
450		BC-2.0	27 ком, 5%
451		BC-2.0	100 ком, 10%
452		BC-0.5	1 ком, 10%
453		BC-1.0	100 ком, 10%
454		BC-0.5	1 ком, 10%
456		BC-0.5	100 ком, 10%
457		BC-0.5	47 ком, 10%
458		СНП	0,5 ом, 10%
463		BC-2.0	0,1 Мом, 10%
470		BC-0.5	100 ком, 10%
471		ПЭ-И	5 ком
472		BC-2.0	470 ом, 10%
473		BC-1.0	0,47 Мом, 10%
474		ПЭ-И	5 ком
475		СП-2-47-А	47 ком
476		BC-0.5	150 ком, 10%
477		BC-0.5	120 ком, 10%
478		BC-0.25	4,7 ком, 10%
480		BC-2.0	47 ком, 10%
483		BC-0.5	0,33 Мом, 5%
486		BC-0.5	0,24 Мом, 5%
487		BC-0.5	0,33 Мом, 5%
488		BC-0.5	0,24 Мом, 5%
489		BC-0.5	560 ком, 10%
496		BC-0.25	0,47 Мом, 10%
497		BC-0.25	0,47 Мом, 10%
509	Конденсатор	КСО-2-500-А-470-III	470 пф, 500 в
511		КБГ-М2-400-0.25-III	0,25 мкф, 400 в
512		КСО-5-500-А-30000-II	3000 пф, 500 в
514		КТК-1-500-А-10-II	10 пф, 500 в
517		КБГ-М2-400-0.25-III	0,25 мкф, 400 в
521		КБГ-МП-3В-400 $\frac{3 \times 0,1}{\text{III}}$	3 \times 0,1 мкф, 400 в
524		КСО-8-500-А-10000-II	10000 пф, 500 в
525		КБГ-М2-400-0.25-II	0,25 мкф, 400 в
519		КСО-2-500-А-100-II	100 пф, 400 в
526		КБГ-МН-2В-400 $\frac{2}{\text{II}}$	2 мкф, 400 в

Продолжение			
Обозначение на принципиальной схеме	Наименование	Тип	Электрические данные
527	Конденсатор	КСО-8-500-А-300-Ю-II	30000 пф, 500 в
528		КБГ-М2-400-0.25-III	0,25 мкф, 400 в
529		КБГ-М2-400-0.25-III	0,25 мкф, 400 в
530		КСО-8-500-А-30000-II	30000 пф, 500 в
531		КБГ-МП-2В-600 $\frac{2 \times 0,5}{\text{III}}$	2 \times 0,5 мкф, 400 в
571		КБГ-МП-2В-600 $\frac{2 \times 0,5}{\text{III}}$	2 \times 0,5 мкф, 400 в
532		КБГ-МП-2В-600 $\frac{2 \times 0,5}{\text{III}}$	2 \times 0,5 мкф, 400 в
556		КБГ-МП-2В-600 $\frac{2 \times 0,5}{\text{III}}$	2 \times 0,5 мкф, 400 в
534		КБГ-МП-2В-600 $\frac{0,5}{\text{III}}$	0,5 мкф, 400 в
535		КСО-5-500-А-6800-II	6800 пф, 500 в
536		КБГ-МП-3В-400 $\frac{3 \times 0,1}{\text{III}}$	3 \times 0,1 мкф, 400 в
537		КСО-5-250-А-10000-II	10000 пф, 250 в
538		КСО-5-250-А-10000-II	10000 пф, 250 в
539		КСО-8-500-А-30000-II	30000 пф, 500 в
540		КБГ-МП-3В-400 $\frac{3 \times 0,1}{\text{III}}$	3 \times 0,1 мкф, 400 в
541		КБГ-МП-2В-600 $\frac{0,5}{\text{III}}$	0,5 мкф, 400 в
542		КСО-5-500-А-6800-II	6800 пф, 500 в
543		КБГ-М2-400-0.25-III	0,25 мкф, 400 в
544		КСО-5-500-А-1800-II	1800 пф, 500 в
545		КБГ-М2-400-0.25-III	0,25 мкф, 400 в
546		КСО-5-500-А-1800-II	1800 пф, 500 в
547		КБГ-МП-2В-600 $\frac{2 \times 0,5}{\text{III}}$	2 \times 0,5 мкф, 400 в
552		КСО-2(3)-500-1000-II	1000 пф, 500 в
549		КСО-2(3)-500-А-1000-II	1000 пф, 500 в
554		КСО-2-500-А-470-II	470 пф, 500 в
559		КСО-5-500-А-1800-II	1800 пф, 500 в
561		КБГ-М2-400-0.25-III	0,25 мкф, 400 в
563		КБГ-М2-400-0.25-III	0,25 мкф, 400 в
566		КБГ-М2-400-0.25-III	0,25 мкф, 400 в
573		КБГ-МП-2В-600 $\frac{0,5}{\text{III}}$	0,5 мкф, 400 в
574		КБГ-М2-400-0.25-III	0,25 мкф, 400 в
575		КБГ-М2-400-0.25-III	0,25 мкф, 400 в
576		КСО-5-250-А-10000-II	10000 пф, 250 в
577		КСО-5-250-А-10000-II	10000 пф, 250 в
588		КБГ-МН-2В-200 $\frac{2 \times 1,0}{\text{III}}$	2 \times 1 мкф, 200 в
589		КСО-7-500-А-2200-II	2200 пф, 500 в
590		КБГ-МП-3В-400 $\frac{3 \times 0,1}{\text{III}}$	3 \times 0,1 мкф, 400 в
591		КБГ-М2-400-0.25-III	0,25 мкф, 400 в
592		КБГ-МН-400-2-II	2 мкф, 400 в
593		КСО-8-500-А-30000-II	30000 пф, 500 в
594		КСО-8-500-А-30000-II	30000 пф, 500 в
595		КБГ-М2-400-0.25-III	0,25 мкф, 400 в
597		КБГ-М2-400-0.25-III	0,25 мкф, 400 в

Продолжение			
Обозначение на принципиальной схеме	Наименование	Тип	Электрические данные
652	Катушка индуктивности	—	320 МКг ² *
653	То же	—	400 МКг ² *
654	Трансформатор управляемого выпрямителя	—	—
656	Фокусирующая катушка	—	—
659	Отклоняющие катушки (4 шт.)	—	—
704	Сельсин СС-405	—	—
705	СС-405	—	—
726	Переключатель	—	—
727	Переключатель двухполюсный	—	—
728	Контрольное гнездо	—	—
754	То же	—	—
755	"	—	—
756	"	—	—
758	"	—	—
759	"	—	—
760	"	—	—
761	"	—	—
762	"	—	—
763	"	—	—
766	"	—	—
767	"	—	—
768	"	—	—
769	"	—	—
770	"	—	—
771	"	—	—
772	"	—	—
773	"	—	—
774	"	—	—
777	"	—	—
793	"	—	—
794	"	—	—
795	"	—	—
796	"	—	—
797	"	—	—
798	"	—	—
804	"	—	—
836	"	—	—
807	"	—	—
808	"	—	—
809	"	—	—
1044	Разъем одноконтный	—	—
1045	То же	—	—
1046	"	—	—
1047	"	—	—
1077	"	—	—
1078	"	—	—

* Индуктивность без карбоинльного сердечника.

Продолжение			
Обозначение на принципиальной схеме	Наименование	Тип	Электрические данные
1079	Разъем одноконтный	—	—
1080	То же	—	—
1081	"	—	—
1082	"	—	—
1083	"	—	—
1084	Разъем 14-контный	—	—
1085	Разъем 8-контный	—	—
1086	Разъем 14-контный	—	—
1087	Зажим накала	—	—
1088	То же	—	—
1223	Разъем одноконтный	—	—

4. КОНСТРУКЦИЯ БЛОКА ИНДИКАТОРА

§ 44. Общее описание конструкции

Блок индикатора высоты смонтирован на угловом шасси аналогично блокам индикаторов ПО-02 и ВО-01. На горизонтальной панели сверху установлена электроннолучевая трубка с отклоняющей системой, закрепленной в центре горизонтальной панели, и размещены лампы и трансформаторы.

Детали и монтаж блока размещены под горизонтальной панелью и на боковых стенках. Потенциометры, оси которых выведены на переднюю панель, и электроннолучевая трубка закреплены так же, как и в индикаторах ПО-02 и ВО-01.

С правой стороны на горизонтальной панели расположен блок сельсин-трансформаторов (БСТ). Ручки управления этим блоком выведены на переднюю панель и снабжены шкалами. На задних стенках блока, как и в индикаторах ПО-02 и ВО-01, расположены разъемы и зажимы цепи питания, а также высокочастотные разъемы.

Всего в индикаторе 11 высокочастотных разъемов, служащих для передачи импульсов запуска (разъемы 1083, 1082), отметок азимута (разъемы 1078 и 1079), отраженных сигналов вертикального канала (разъемы 1080 и 1081), отраженных сигналов наклонного канала (разъемы 1045 и 1046), отметок угла поворота антенны (разъем 1223) и отметок дальности (разъемы 1077 и 1047).

Напряжения с блока питания подаются на индикатор через разъем 1086, а с блока ХА-01—через разъем 1085. Напряжение на блок ЗА-01 поступает через разъем 1084. Высокое напряжение на анод электроннолучевой трубки подается через высоковольтный разъем 1044. Напряжение накала, питающее большинство ламп

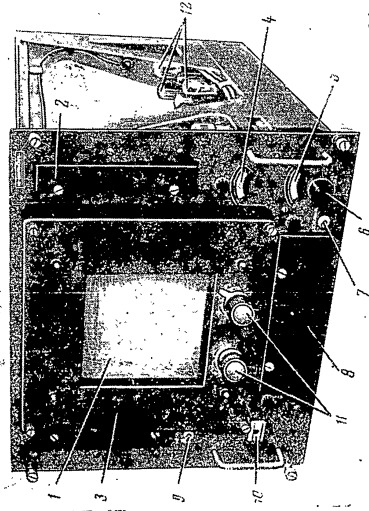


Рис. 50. Общий вид блока индикатора высоты (вид сверху):

1 — экран электроннолучевой трубки; 2 — экран контрольного прибора; 3 — лампа подсветки; 4 — лампа подсветки; 5 — лампа подсветки; 6 — ручка установки сектора обзора; 7 — выключатель освещения; 8 — латеря шпин; 9 — выключатель латерной отсчетов; 10 — гнездо для подключения кабелей; 11 — ручка перемещения шкалы; 12 — датчик.

112

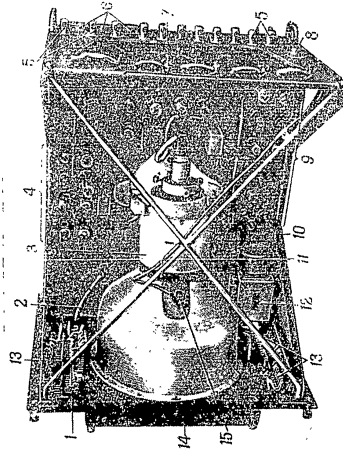


Рис. 51. Общий вид блока индикатора высоты (вид сверху):

1 — крестовина; 2 — кожух электроннолучевой трубки; 3 — отклоняющая система; 4 — лампы подсветки; 5 — лампы подсветки; 6 — лампы подсветки; 7 — лампы подсветки; 8 — лампы подсветки; 9 — лампы подсветки; 10 — лампы подсветки; 11 — лампы подсветки; 12 — лампы подсветки; 13 — лампы подсветки; 14 — лампы подсветки; 15 — лампы подсветки.

S

113

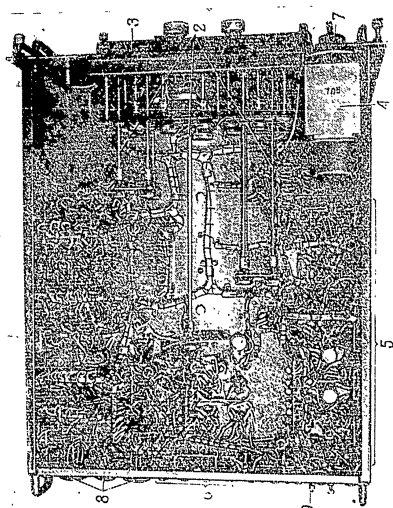


Рис. 52. Общий вид блока индикатора высоты (вид со стороны контактов):
1 — детали и лампа схемы развертки дальности; 2 — трансформатор; 3 — детали и лампа схемы развертки угла поворота антенны; 4 — детали и лампа схемы развертки дальности; 5 — детали и лампа схемы развертки угла поворота антенны; 6 — детали и лампа схемы развертки дальности; 7 — детали и лампа схемы развертки угла поворота антенны; 8 — детали и лампа схемы развертки дальности; 9 — детали и лампа схемы развертки угла поворота антенны.

блока, подается со специальных зажимов 1087 и 1088. В одном ряду с силовыми разъемами расположен контакт блокировки. Общий вид блока индикатора высоты показан на рис. 50, 51 и 52.

Примечание: В блоке индикатора ИО-02 размещены также элементы, относящиеся к блоку отсчетов угла поворота антенны (блок 3А-01); селен-трансформатор 705 и лампа катодного детектора, входящие в схему блока 3А-01. Описание этих элементов приведено в ч. III Технического описания.

§ 45. Графическая шкала

Графическая шкала индикатора ИО-02 конструктивно выполнена в виде лигой слюдяной рамы.

На лигой раме шкалы с внутренней стороны укреплен прозрачный прямоугольный экран из плексигласа, на котором выгравированы линии равных высот, линии отсчетов угла поворота антенны и линии отсчетов дальности (рис. 53). Шкала имеет металлическое

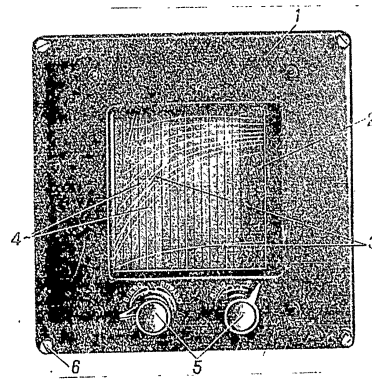


Рис. 53. Графическая шкала индикатора высоты:

1 — рама; 2 — графическая шкала; 3 — линии углов поворота антенны; 4 — линии равных высот; 5 — ручки перемещения графической шкалы; 6 — штырь крепления рамы.

обрамление и с помощью двух кривошипных механизмов может перемещаться в двух взаимно перпендикулярных направлениях относительно неподвижной рамы. Последнее необходимо для совмещения графического масштаба с электрической масштабной сеткой в процессе измерения высоты полета цели. Шкала четырьмя винтами крепится к лицевой панели индикатора перед экраном трубки. Ручки перемещения графической шкалы снабжены стопорами.

ОСНОВНЫЕ ЭЛЕМЕНТЫ ИНДИКАТОРНЫХ УСТРОЙСТВ ЭЛЕКТРОННОЛУЧЕВЫЕ ТРУБКИ

1. Типы и назначение электроннолучевых трубок

Электроннолучевая трубка является электровакуумным прибором, служащим обычно для визуального наблюдения электрических процессов.

Трубка состоит из стеклянной колбы, в которую помещен электронный прожектор, испускающий узкий пучок электронов вдоль оси трубки (луч), устройства для отклонения этого пучка от оси и экрана, светящегося при попадании на него пучка электронов.

Электроннолучевые трубки обычно классифицируются по способу фокусировки и отклонения электронного пучка. В трубках одного типа, называемых электростатическими, для фокусировки и отклонения луча используется электрическое поле. В трубках другого типа — магнитных — для этих же целей используется магнитное поле.

Кроме того, электроннолучевые трубки различаются еще и по времени послесвечения. Для наблюдения быстро изменяющихся процессов применяются трубки с коротким послесвечением, с тем чтобы изображение на экране не оставалось длительным. Для наблюдения повторяющихся процессов, интервалы между которыми значительно больше инерции зрительного восприятия, применяются трубки с длительным послесвечением. Экран такой трубки имеет двойное флуоресцирующее покрытие (рис. 1). Под воздействием электронного пучка начинает светиться слой с голубым свечением, а свечение этого слоя возбуждает свечение следующего слоя — с желтым свечением. Первый слой обладает малым временем послесвечения, а второй — длительным.

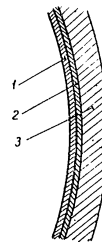
Под временем послесвечения понимается промежуток времени, в течение которого интенсивность свечения флуоресцирующего вещества после прекращения возбуждения падает до 0,01 первоначальной величины.

В нашей аппаратуре электроннолучевые трубки используются для двух целей:

1. В качестве осциллографов, позволяющих наблюдать форму электрических сигналов по их изображению на экране. В этом случае применяется электростатическая трубка с коротким послесвечением типа 8ЛО29.

Рис. 1. Экран электроннолучевой трубки:

1 — слой флуоресцирующего вещества с голубым свечением, 2 — слой флуоресцирующего вещества с желтым свечением, 3 — стеклянное дно трубки.



2. В качестве электроннолучевых радиолакационных индикаторов, служащих для определения координат целей по светящимся отсчетам отраженных сигналов. В этом случае применяется магнитная трубка с длительным послесвечением (время послесвечения — около 10 сек) типа 31ЛМ32.

2. Электростатическая электроннолучевая трубка типа 8ЛО29

Устройство трубки с электростатическим отклонением изображения на рис. 2.

Источником электронного пучка является электронный прожектор, состоящий из катода, модулятора и двух анодов.

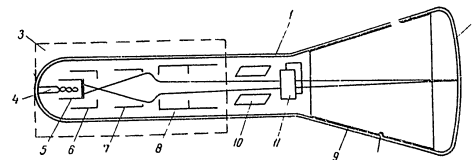


Рис. 2. Устройство электроннолучевой трубки со статическим отклонением:

1 — стеклянная колба; 2 — экран, покрытый светящимся веществом; 3 — электронный прожектор; 4 — подогреватель; 5 — катод; 6 — управляющий электрод; 7 — первый анод; 8 — второй анод; 9 — высоковольтный анод (аккамулятор); 10 — вертикально-отклоняющие пластины; 11 — горизонтально-отклоняющие пластины.

Электроны излучаются накалившимся катодом, изготовленным в виде никелевого цилиндра, имеющего на торце оксидное покрытие. Внутри цилиндра находится вольфрамовая нить подогревателя, свернутая в спираль.

Предварительная фокусировка электронов производится управляющим электродом или модулятором, имеющим отрицательный потенциал по отношению к катоду. Модулятор представляет собой металлический стакан с отверстием против торца катода. Направление, в котором излучаются электроны, определяется этим отверстием, так как электроны могут проходить только через него. Электрическое поле модулятора заставляет электроны изменить первоначальное направление (рис. 3) и концентрирует их в узкий пучок. Изменение отрицательного потенциала модулятора изменяет число электронов, проходящих через отверстие, меняя таким образом яркость свечения.

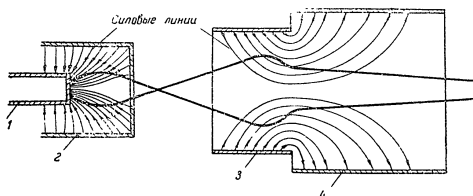


Рис. 3. Фокусировка пучка электронов:
1 — катод; 2 — управляющий электрод; 3 — первый анод; 4 — второй анод.

После модулятора пучок электронов проходит через систему, состоящую из первого и второго анодов — двух цилиндров, имеющих положительный потенциал, причем потенциал второго анода выше первого. Положительный потенциал вызывает ускорение движения электронов, а электрическое поле между этими анодами заставляет электроны изменить направление движения так, что они начинают двигаться к оси трубки и сходятся в какой-то точке (рис. 3). При правильном соотношении напряжений между анодами электроны сходятся на поверхности экрана и светящееся пятно получается ярким и нераспыленным, т. е. сфокусированным. Так как для фокусировки обычно меняют напряжение на первом аноде, то он и получил название фокусирующего. Второй анод называется ускоряющим.

Отклонение электронного пучка производится с помощью электрического поля, создаваемого напряжением, которое подводится к двум парам пластин, расположенным перпендикулярно к другой, при этом одна пара позволяет отклонять пучок в горизонтальном направлении, другая — в вертикальном.

Если к пластинам какой-либо пары приложено напряжение, то электронный пучок отклоняется к пластине, имеющей более положительный потенциал; величина отклонения пучка прямо пропорциональна напряжению между пластинами.

Внутренняя поверхность расширяющейся части стеклянной колбы покрыта слоем коллоидального графита (рис. 2), называемым аквадагом или высоковольтным анодом, имеющим еще более высокий положительный потенциал, чем второй анод. Он дает дополнительный ускорение электронам и тем самым увеличивает яркость тельного фокусировку изображения. Кроме того, он притягивает и улучшает фокусировку электронов, испускаемые флуоресцирующим экраном, и экранирует электронный луч от внешних полей.

3. Магнитная электроннолучевая трубка типа 31JM32

По устройству электронного прожектора магнитная трубка отличается от электростатической тем, что фокусировка электронного пучка производится здесь не системой двух анодов, как в электростатической трубке, а магнитным полем фокусирующей катушки. Фокусирующий анод отсутствует, имеется только ускоряющий анод (рис. 4). Внешний вид трубки показан на рис. 5.

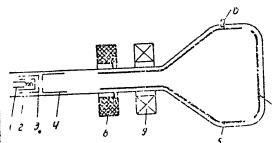


Рис. 4. Устройство электроннолучевой трубки с магнитным отклонением:
1 — подогреватель; 2 — катод; 3 — управляющий электрод; 4 — ускоряющий анод; 5 — внешний анод; 6 — анод высокого напряжения; 7 — экран, покрытый светящимся веществом; 8 — фокусирующая катушка; 9 — отклоняющая система.

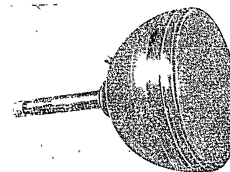


Рис. 5. Общий вид электроннолучевой трубки 31JM32.

Магнитная фокусировка электронного пучка осуществляется следующим образом. Специальная короткая катушка, через которую пропускают постоянный электрический ток, создает неоднородное магнитное поле.

Пока электроны находятся в области поля, оно заставляет электроны, движущиеся к экрану, двигаться не по прямой, а по спиральной линии, направленной к оси. При правильно установленном поле (что достигается изменением тока, протекающего через фокусирующую катушку) все электроны, выходящие из катода, движутся по направлению к оси и встречаются в одной точке на экране трубки.

Траектория электрона показана на рис. 7.

Внешний вид фокусирующей катушки показан на рис. 8. Фокусирующая катушка помещена в железный экран, концентрирующий магнитное поле (рис. 8).

Для достижения оптимальной фокусировки необходимо совпадение осей трубки и фокусирующей катушки. Это условие удовлетворяется конструкцией крепления фокусирующей катушки.

Экран катушки имеет отверстие, в которое проходит горловина трубки. С внутренней стороны экран имеет щель для выхода магнитного поля. Эта щель смещена к одной стороне экрана катушки.

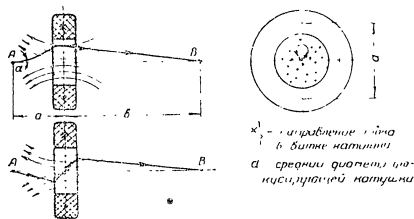


Рис. 6. Траектория движения электронного луча внутри короткой фокусирующей катушки.

Фокусирующая катушка располагается на горловине трубки так, что щель находится ближе к экрану. Один вывод фокусирующей катушки подключен к цепи $+300$ в, а другой — к аноду регулирующей лампы.

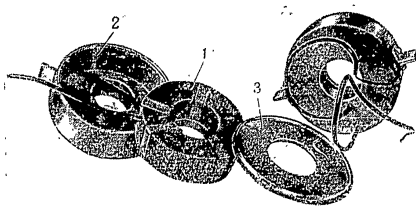


Рис. 7. Внешний вид фокусирующей катушки и ее деталей: 1 — катушка; 2 — корпус экрана; 3 — крышка экрана.

Фокусирующее магнитное поле зависит от величины тока, протекающего через фокусирующую катушку. Так как фокусирующая катушка питается анодным током регулирующей лампы, то изменением напряжения смещения на управляющей сетке этой лампы можно регулировать ток, а следовательно, осуществлять фокусировку луча. Величина тока, протекающего через катушку, примерно $10-12$ ма.

Такая схема обеспечивает постоянство фокусировки независимо от изменения окружающей температуры. По мере прогрева сопро-

твление фокусирующей катушки изменяется, но величина тока, протекающего по ней, не зависит от сопротивлений фокусирующей катушки, так как внутреннее сопротивление лампы значительно больше сопротивления катушки.

Ток в этой цепи почти полностью определяется напряжением на управляющей сетке регулирующей лампы.

Схема питания фокусирующей катушки приведена на рис. 9.

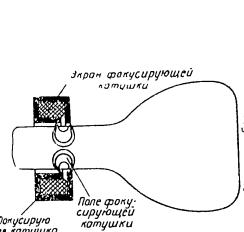


Рис. 8. Концентрация магнитного поля фокусирующей катушки с помощью железного экрана.

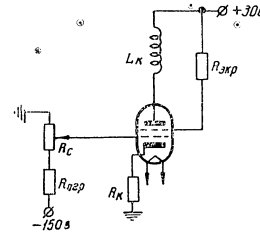


Рис. 9. Схема питания фокусирующей катушки.

Положение движка потенциометра R_c определяет величину тока, протекающего через фокусирующую катушку.

Сопротивление R_c , включенное в катод регулирующей лампы, увеличивает действующее внутреннее сопротивление регулирующей лампы.

Для отклонения электронного луча от оси трубки и для соответствующего перемещения пятна по экрану применяется магнитная отклоняющая система.

В индикаторах станций применены магнитные отклоняющие системы следующих двух видов:

- 1) отклоняющая система с замкнутым магнитопроводом (с железным сердечником) — в индикаторах ВО-01 и НО-02;
- 2) отклоняющая система открытого типа (без железного сердечника) — в индикаторах ПО-02.

Отклоняющую систему с замкнутым магнитопроводом образуют катушки с железным сердечником.

Отклоняющая система открытого типа выполнена в виде катушек, закрепленных на специальном каркасе.

Катушки отклоняющих систем питаются от генераторов развертки дальности и азимута (в индикаторах ВО-01, НО-02) или только от генератора развертки дальности (индикатор ПО-02).

Ток, питающий катушки, образует в горловине электронолучевой трубки магнитное поле. Это поле отклоняет электронный луч на пути между фокусирующей катушкой и экраном трубки.

Пучок электронов, движущийся к экрану, имеет свойства провода, по которому протекает постоянный ток. Так как проводник с током, находясь в магнитном поле, отклоняется этим полем в направлении, определяемом по правилу правой руки, то и пучок электронов будет также отклоняться магнитным полем катушек. Величина отклонения находится в прямой зависимости от величины тока, питающего катушки.

Катушки отклоняющих систем расположены перпендикулярно электронному лучу. Витки катушек распределены так, что в поперечном сечении горловины трубки получается равномерное магнитное поле.

Изображение на экране трубки может быть искажено в силу следующих причин:

- неоднородности отклоняющих полей;
- взаимодействия отклоняющих и фокусирующих полей.

Взаимодействие отклоняющих и фокусирующих полей уменьшается с увеличением расстояния между этими системами и компенсируется поворотом отклоняющей системы на некоторый угол во круг оси трубки.

Отклоняющие системы с замкнутым магнитопроводом (рис. 10,б) состоят из катушек, обмотки которых расположены так, что каждая обмотка создаст равную часть магнитного потока.

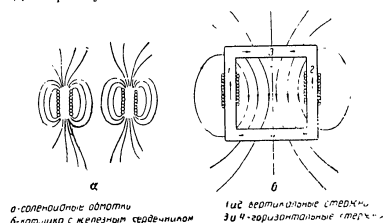


Рис. 10. Магнитное поле отклоняющей системы.

Отклоняющие системы без магнитного сердечника (рис. 11,а) состоят из катушек, у которых магнитные поля обмоток складываются таким образом, что образуют общее магнитное поле.

На рис. 10,а изображены две короткие соленоидные обмотки, расположенные параллельно на расстоянии, достаточном для прохода горловины электрополучевой трубки. Магнитное поле, образуемое этими катушками, будет параллельным. Благодаря симметричному расположению обмоток магнитное поле в горловине трубки тоже симметрично и почти однородно. При таком образовании

магнитного поля большая часть поля рассеивается и не участвует в отклонении электронного пучка.

Этот недостаток исключается при применении железного сердечника (рис. 10,б).

Железный сердечник способствует увеличению общего магнитного потока и помогает сконцентрировать магнитный поток в нужной области.



Рис. 11 Магнитное поле отклоняющей системы, без магнитного сердечника и форма двух секций отклоняющей системы:
а) форма магнитного поля, б) форма катушки.

Отклоняющая система без магнитного сердечника выполняется из двух обмоток, расположенных одна над другой по обеим сторонам горючей трубки и соединенных таким образом, что они образуют общее магнитное поле. На рис. 11,а и 11,б показаны вид магнитного поля этих катушек и форма обмоток.

А. Отклоняющая система с замкнутым магнитопроводом

На рис. 10,б показаны в разрезе типичная катушка с квадратным железным сердечником и форма магнитного поля. Магнитизирующая сила таких полюсов имеет одинаковое направление в обоих стержнях сердечника (1, 2), поэтому верхняя часть сердечника (горизонтальный стержень 3) достигает более высокого магнитного потенциала, чем нижняя (горизонтальный стержень 4). Эта разность магнитных потенциалов заставляет поток протекать более или менее равномерно через воздушный зазор внутри сердечника, однако приблизительно 50—60% всего потока протекает вне зазора и не может быть использовано для отклонения электронного луча.

Токки отключающих катушек являются вихревые токи в металлических частях самой отключающей системы и во всех металлических частях, расположенных поблизости от нее. Потери на вихревые токи в сердечнике сводят до минимума в результате набора сердечника из отдельных Г-образных пластин. Железный сердечник должен иметь магнитную проницаемость не менее 500. Материал сердечника должен обладать не только высокой магнитной проницаемостью, но и малой коэрцитивной силой (остаточный магнетизм), чтобы поле

катушки сдвигаются по оси к концу разветки. Если сердечник не размагнитится полностью при нулевом значении тока, то остаточное поле будет стремиться сдвинуть исходную точку разветки. Поэтому в особо тяжелых случаях сердечник изготавливается из отожженной пермаллоя.

Катушки, расположенные на противоположных стержнях, соединены навстречу друг другу так, что ток, проходящий по виткам катушек, создает в магнитопроводе потоки противоположных направлений. Так как обе катушки имеют одинаковое число витков, то суммарный поток в магнитопроводе равен нулю, а во внутреннем пространстве магнитопровода потоки рассеивания суммируются. Этот суммарный поток создает магнитное поле, которое и является дугой для отклонения электронного луча.

Обмотки отклоняющих катушек могут быть рассчитаны как на однотактное, так и на двухтактное включение. При однотактном включении один конец обмотки подключен к аноду высоковольтной лампы, а другой конец — к шине ± 300 в. При двухтактном включении оба конца обмоток подключаются к анодам высоковольтных ламп генераторов разветки лампы и к шине ± 300 в, а ее центральная точка — к шине ± 300 в.

В индикаторах станции применено двухтактное включение отклоняющих катушек. Каждая отклоняющая катушка состоит из двух половин. Каждая половина катушки, в свою очередь, состоит из двух секций. Обе половины катушки размещены на противоположных

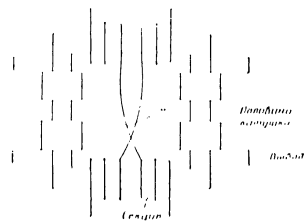


Рис. 12 Схема размещения и соединения отклоняющих катушек между собой

стержнях, что поясняется рис. 12. Каждая секция состоит из двух обмоток: внутренней и внешней. Как внутренняя, так и внешняя обмотки в каждой половине катушки соединены последовательно. Обе половины катушек соединены между собой последовательно.

Общий вид катушек с замкнутым магнитопроводом, применяемых в индикаторах станции, показан на рис. 13.

Внешние обмотки, расположенные на вертикальных стержнях, питаются током одной лампы двухтактной схемой, а внутренние обмотки, расположенные на тех же стержнях, — током другой лампы. Такая же схема применяется для питания обмоток, расположенных на горизонтальных стержнях. Токи, питающие внутреннюю и внешнюю

обмотки, направлены навстречу друг другу. Поэтому, если ток, проходящий через обе обмотки, будет равен, то отклоняющее поле будет отсутствовать. При различных по величине питающих токах будет создаваться отклоняющее магнитное поле, причем направление отклонения электронного луча будет зависеть от того, через какую из обмоток (внешнюю или внутреннюю) проедет ток. Различие в питающих токах достигается различием во величине напряжения на управляющих сетках пилотных ламп.

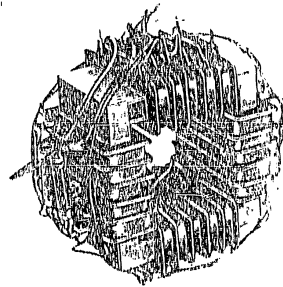


Рис. 13 Общий вид отклоняющей системы с замкнутым магнитопроводом

Отклоняющая катушка с обмотками на стержне при сдвиге к своему концу отклоняет электронный луч и ток, идущий по оси стержня. Для получения отклонения электронного луча в точку нуля сформированных осей катушки отклоняющей системы расположены на полюсах стержней сердечника. Каждая половина катушки и вертикального отклонения одинакова.

Для получения несклоняемого изображения сдвиг отклоняющей катушки к распределению неравномерного и ток катушки по определенному закону.

Отклоняющая система, показанная на рис. 13, применяется для отклонения электронного луча в индикаторе ИО-01 и ИО-02.

На рис. 14 показан общий вид отклоняющей системы, применяемой в индикаторе ИО-03 для сканирования в ширину разветки (в радиусе секторного обзора). Питание этой системы однофазное.

На рис. 15 и 16 приведены схемы соединений обмоток отклоняющей системы, применяющихся в индикаторах ИО-01, ИО-02 и ИО-03.

Обмотки отклоняющей системы с анодным магнитопроводом включены в анодную цепь высоковольтной лампы разветки лампы и в анодную цепь лампы, регулирующей по ширине сканирование.

ния центра развертки на экране трубки. Изменение токов в анодных цепях ламп под воздействием напряжений на управляющих сетках приводит к изменению магнитных полей и в результате — к отклонению электронного луча под воздействием результирующего магнитного поля.

Для сдвига начала разверток на край экрана трубки в индикаторах ВО-01 и ПО-02 используется одна из обмоток отклоняющей катушки, расположенной на вертикальных стержнях.

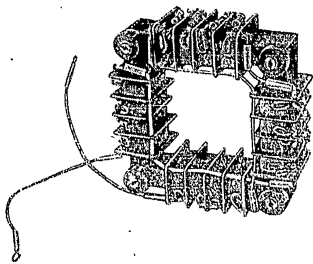


Рис. 11. Общий вид отклоняющей системы, применяемой для смещения центра в индикаторах кругового обзора.

Эта обмотка включается в анодную цепь специальной лампы, напряжение на управляющей сетке которой может регулироваться потенциометром, ось которого выведена в пилу и снабжена ручкой с надписью ГОРИЗ. СДВИГ. При изменении напряжения на управляющей сетке изменяется анодный ток этой лампы. Возникающим при этом результирующим магнитным полем и осуществляется сдвиг развертки. Направление магнитного поля определяет направление сдвига развертки.

Отклоняющая система смещения центра в индикаторе ПО-02 имеет по одной катушке на каждом из четырех стержней. Катушки секционированы, причем число витков в секциях одинаково. Катушки смещения центра развертки в индикаторе ПО-02 расположены вокруг отклоняющей системы. Обмотки, расположенные на противоположных стержнях, соединены навстречу друг другу так, что в магнитопроводе замкнутый результирующий магнитный поток равен нулю, а поля рассеивания складываются (рис. 16).

Сдвиг центра развертки по диаметру экрана трубки осуществляется в результате изменения напряжения на управляющей сетке регулирующей лампы.

Смещение центра развертки в любую точку по окружности экрана осуществляется механическим вращением отклоняющей системы вокруг оси трубки. Ручка вращения выведена на лицевую панель индикатора и снабжена надписью УСТАНОВКА СЕКТОРА.

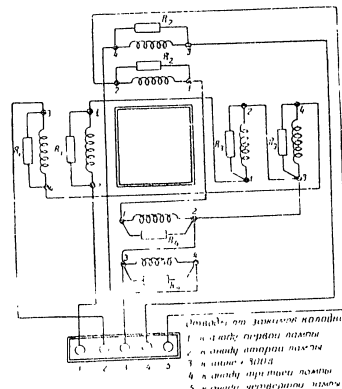


Рис. 15. Схема соединения обмоток отклоняющей системы индикаторов ВО-01 и ПО-02.

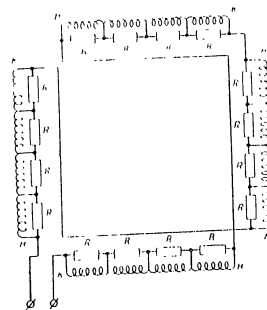


Рис. 16. Схема соединения обмоток отклоняющей системы, применяемой для смещения центра в индикаторах кругового обзора.

Регулирование тока осуществляется малоомными потенциометрами в источниках питания.

Применение регулирующих электронных ламп создает благоприятные условия для гашения собственных паразитных колебаний на катушках. Эти колебания обусловлены переходными процессами, возникающими в моменты начала и конца развертки (наводка с отключенных катушек). В дополнение к этому для гашения колебаний необходимо шунтировать катушки постоянными сопротивлениями таким образом, чтобы затухание контура, состоящего из индуктивности катушки и ее распределенной емкости, было связано с критическим. Шунтирующие сопротивления (R_1 , R_2 , R_3 и R_4 на рис. 15) отклоняющей системы расположены непосредственно у регулирующих ламп, а шунтирующие сопротивления (R_5 на рис. 16) отклоняющей системы смещения центра развертки расположены непосредственно на катушках.

Регулирующая лампа должна иметь возможно большее сопротивление. Это условие удовлетворяется в случае применения дуговых тетродов с сопротивлением, включенными в цепи катодов.

Время затухания возбужденных колебаний получается тем меньше, чем меньше индуктивность катушек. Поэтому для уменьшения резонансных колебаний катушек задают максимально возможную индуктивность.

Б. Отклоняющая система без железного сердечника

Отклоняющая система отклоняющего типа применяется в индикаторах ПО-02. Она выполнена из двух обмоток, расположенных одна над другой по обеим сторонам торцевой электрошлюзовой трубки. Каждая из обмоток состоит из двух секций, соединенных последовательно. Одна секция охватывается другой, так что одна секция по габаритам меньше, чем другая. Секции выполнены в виде сосредоточенных обмоток и располагаются лишь на части каркаса, а не по всей его поверхности. Форма двух секций изображена на рис. 11,б.

Обмотки соединены последовательно, укреплены на противоположных сторонах обмотки каркаса и вращаются с помощью системы синхронно с вращением антенны. Оси обмоток перпендикулярны оси трубки.

Вид образующегося магнитного поля показан на рис. 11,а.

На рис. 17 приведена схема соединения обмоток отклоняющей системы (без шунтирующих сопротивлений) индикаторов ПО-02 и ПО-03. Общий вид отклоняющей системы без железного сердечника приведен на рис. 18.

Применение отклоняющей системы без железного сердечника определяется некоторыми особенностями, отличающими ее от отклоняющей системы с замкнутым магнитопроводом.

Эти особенности заключаются в следующем:

1) Отклоняющая система без железного сердечника не искажает магнитное поле, создаваемое системой смещения центра развертки

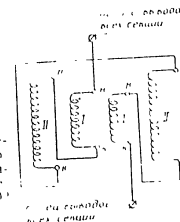


Рис. 17. Схема соединения обмоток отклоняющей системы (без шунтирующих сопротивлений) индикаторов ПО-02 и ПО-03.

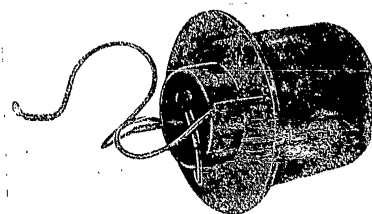


Рис. 18. Общий вид отклоняющей катушки без железного сердечника.

Регулирование тока осуществляется малоомными потенциометрами в источниках питания.

Применение регулирующих электронных ламп создает благоприятные условия для гашения собственных паразитных колебаний на катушках. Эти колебания обусловлены переходными процессами, возникающими в моменты начала и конца развертки (наводка с отключенных катушек). В дополнение к этому для гашения колебаний необходимо шунтировать катушки постоянными сопротивлениями таким образом, чтобы затухание контура, состоящего из индуктивности катушки и ее распределенной емкости, было связано с критическим. Шунтирующие сопротивления (R_1 , R_2 , R_3 и R_4 на рис. 15) отклоняющей системы расположены непосредственно у регулирующих ламп, а шунтирующие сопротивления (R_5 на рис. 16) отклоняющей системы смещения центра развертки расположены непосредственно на катушках.

Регулирующая лампа должна иметь возможно большее сопротивление. Это условие удовлетворяется в случае применения дуговых тетродов с сопротивлением, включенными в цепи катодов.

Время затухания возбужденных колебаний получается тем меньше, чем меньше индуктивность катушек. Поэтому для уменьшения рез обмотки катушек, задается максимально возможная

Б. Отклоняющая система без железного сердечника

Отклоняющая система отклоняющего типа применяется в индикаторах ПО-02. Она выполнена из двух обмоток, расположенных одна над другой по обеим сторонам торцевой электрошлюзовой трубки. Каждая из обмоток состоит из двух секций, соединенных последовательно. Одна секция охватывается другой, так что одна секция по габаритам меньше, чем другая. Секции выполнены в виде сосредоточенных обмоток и располагаются лишь на части каркаса, а не по всей его поверхности. Форма двух секций изображена на рис. 11,б.

Обмотки соединены последовательно, укреплены на противоположных сторонах обмотки каркаса и вращаются с помощью системы синхронно с вращением антенны. Оси обмоток перпендикулярны оси трубки.

Вид образующегося магнитного поля показан на рис. 11,а.

На рис. 17 приведена схема соединения обмоток отклоняющей системы (без шунтирующих сопротивлений) индикаторов ПО-02 и ПО-03. Общий вид отклоняющей системы без железного сердечника приведен на рис. 18.

Применение отклоняющей системы без железного сердечника определяется некоторыми особенностями, отличающими ее от отклоняющей системы с замкнутым магнитопроводом.

Эти особенности заключаются в следующем:

1) Отклоняющая система без железного сердечника не искажает магнитное поле, создаваемое системой смещения центра развертки

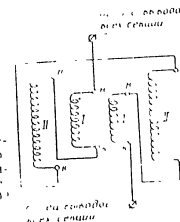


Рис. 17. Схема соединения обмоток отклоняющей системы (без шунтирующих сопротивлений) индикаторов ПО-02 и ПО-03.

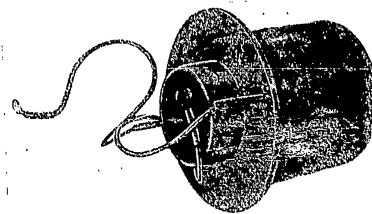


Рис. 18. Общий вид отклоняющей катушки без железного сердечника.

в индикаторе ПО-02. Поэтому возникла возможность выполнить отклоняющую систему открытого типа, окруженную другой (система смещения центра), более крупной по габаритам системой с железным сердечником. Система без сердечника вращается механически для получения кругового обзора. Система с сердечником используется в этом индикаторе для смещения центра развертки.

2) Система без сердечника, благодаря малой распределенной емкости и отсутствию секционных колебаний, может работать при значительно большей скорости развертки, чем система с сердечником.

3) Вес системы без сердечника значительно меньше.

4) Путем распределения выглов в секции можно легко получить желаемую форму магнитного поля.

Как недостаток необходимо указать, что изготовление системы без сердечника значительно сложнее, чем системы с железным сердечником.

Отклоняющая система открытого типа страдает от оконечного каскада схемы развертки дальности.

Отклоняющая система открытого типа обеспечивает отклонение луча лишь в одном направлении.

УСИЛИТЕЛИ

1. Широкополосный усилитель

На рис. 19 представлена схема широкополосного усилительного каскада. Основное назначение такого каскада — обеспечить неэквивалентное усиление кратковременных импульсов. Так как спектр частот кратковременных импульсов чрезвычайно широк, то широкополосный усилитель должен равномерно усиливать частоты от самых низких до очень высоких.

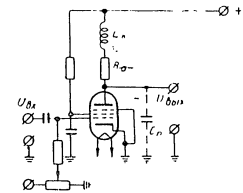


Рис. 19. Схема широкополосного усилителя.

Коэффициент усиления усилителя приблизительно определяется формулой

$$K = S \cdot R_a$$

где S — крутизна лампы;

R_a — сопротивление анодной нагрузки лампы.

Основным недостатком обычных усилителей является снижение усиления на высоких частотах, когда начинает сказываться влияние паразитных емкостей C_n , сопротивление которых при увеличении частоты уменьшается. Поскольку эти емкости шунтируют анодное сопротивление лампы R_a , то коэффициент усиления снижается и уменьшается скорость нарастания фронта импульсов.

Чтобы уменьшить влияние паразитных емкостей, сопротивление R_a берут по возможности меньшим. Но так как при этом снижается

коэффициент усиления во всем диапазоне, то в широкополосных усилителях применяются лампы с большой крутизной S (пентоды), которые могут обеспечить более высокий коэффициент усиления.

Для компенсации шунтирующего влияния паразитных емкостей на высоких частотах последовательно с анодной нагрузкой включается корректирующая индуктивность L_k . Реактивное сопротивление индуктивности увеличивается с увеличением частоты и компенсирует уменьшение сопротивления анодной нагрузки. Этим достигается равномерность частотной характеристики в широком диапазоне частот.

Применение такой схемы (рис. 19) позволяет расширить полосу пропускания усилителя примерно в 1,5 раза.

Усиливаемые сигналы подаются обычно на управляющую сетку лампы, а катод ее заземляется (схема с заземленным катодом). Однако в некоторых случаях, например, если необходимо сохранить полярность сигнала, входное напряжение подается на катод; в этом случае заземляется управляющая сетка (схема с заземленной сеткой).

Чтобы не снижать величину усиления каскада, необходимо, чтобы выходное сопротивление схемы, являющейся источником усиленных импульсов, было значительно меньше, чем входное сопротивление усилителя. Этим обеспечивается максимальная передача импульса на вход усилителя.

В том случае, когда напряжение подается на сетку усилительной лампы, это условие выполняется, поэтому способ такой подачи входного сигнала более эффективен. Подача на катод применяется лишь в тех случаях, когда выходное сопротивление источника сигналов мало.

Характерной особенностью широкополосных усилителей, применяемых в индикаторной аппаратуре, является то, что на их вход всегда подаются односторонние импульсы. Это обуславливает выбор режима работы лампы усилителей. В индикаторной аппаратуре для усиления сигналов дальности и азимута, отраженных сигналов и сигналов опознавания. Так как все эти импульсы имеют положительную полярность, то усилители работают в классе усиления АВ, что позволяет лучшим образом использовать характеристику лампы.

2. Катодный повторитель

Катодный повторитель применяется для усиления мощности электрических сигналов с минимальным искажением. Характерная особенность схемы заключается в применении сильной отрицательной обратной связи, так что выходное напряжение полностью подается в противофазе во входную цепь схемы.

Схема простейшего катодного повторителя приведена на рис. 20. Входное напряжение, как и в обычном ламповом усилителе, подается непосредственно на сетку лампы. Сопротивление нагрузки включается

чено не в анодную, как в обычном усилителе, а в катодную цепь лампы.

Режим схемы при отсутствии внешних сигналов определяется постоянными напряжениями на сетке E_g , на аноде E_a и в катодной цепи лампы E_k . Эти напряжения определяют начальный анодный ток лампы и, следовательно, начальное значение выходного напряжения на катоде. Подача внешнего сигнала изменяет напряжение на сетке лампы и, следовательно, анодный ток и вызывает изменение напряжения на катодном сопротивлении.

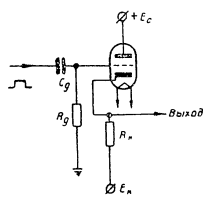


Рис. 20. Схема катодного повторителя.

Пормальный режим схемы катодного повторителя получается в том случае, когда ни при каких значениях напряжений на электродах лампы не запирается и не появляются сеточные токи лампы. Первое условие ограничивает минимальное значение напряжения на сетке лампы. Последнее условие выполнимо, пока напряжение на катоде лампы, а следовательно, на выходе схемы, выше, чем напряжение на сетке лампы. Следовательно, это условие ограничивает максимальное значение напряжения на сетке лампы.

Напряжение на катодном выходе схемы и его изменения определяются анодным током. Как известно, анодный ток лампы зависит от анодного и сеточного напряжений лампы. Для рассматриваемой схемы анодное напряжение можно с достаточной точностью считать постоянным, а сеточное напряжение в схеме определяется разностью напряжений между сеткой и катодом.

Так как подача внешнего сигнала на сетку вызывает одновременно изменение напряжения на катодном сопротивлении, то разность напряжений между сеткой и катодом даже при больших внешних сигналах меняется мало. Это обуславливает низкий коэффициент усиления катодного повторителя.

Расширение области изменения выходного напряжения может быть достигнуто путем увеличения E_a и уменьшения E_k . Однако величины этих напряжений ограничены предельно допустимыми для применяемого типа ламп значениями, поэтому практически единственным допустимым способ увеличения указанных пределов сводится к увеличению сопротивления катодной нагрузки.

Коэффициент усиления K катодного повторителя определяется зависимостью

$$K = \frac{1}{1 + D + \frac{1}{SR_k}},$$

где D — проицаемость лампы;
 S — крутизна ее характеристики;
 R_k — сопротивление нагрузки.

Из приведенной зависимости видно, что для катодного повторителя K всегда меньше единицы. Поэтому амплитуда переменного напряжения на выходе всегда получается меньше, чем на сетке лампы. Коэффициент усиления не является строго постоянным. Входящие в выражение параметры лампы — проицаемость D и в особенности крутизна характеристики S — зависят от анодного тока лампы. Чем ближе коэффициент усиления к единице, тем меньше колебания коэффициента усиления K . Поэтому необходимо применять лампы с возможно большей крутизной характеристики S и достаточно большое сопротивление катодной нагрузки.

Входное сопротивление катодного повторителя очень велико, значительно больше входного сопротивления обычного усилителя. Это объясняется тем, что сопротивление паразитной емкости сетка—катода и утечки, включенной между ними, значительно увеличивается благодаря тому, что напряжение на катоде близко к напряжению на сетке лампы.

Выходное сопротивление лампы, напротив, значительно ниже, чем у обычного усилителя, оно определяется по формуле:

$$R_{\text{вых}} \approx \frac{\frac{1}{S} R_k}{1 + \frac{1}{S} R_k},$$

откуда видно, что выходное сопротивление представляет собой параллельное соединение катодного сопротивления R_k и действующего сопротивления лампы переменному току $\frac{1}{S}$. Так как у ламп,

применяемых обычно в схеме катодного повторителя, S больше единицы, то величина $\frac{1}{S}$ получается намного меньше, чем R_k , и, следовательно, выходное сопротивление получается очень малым.

Катодные повторители широко используются для передачи сигналов, особенно при передаче через высокочастотный кабель.

3. Усилитель с обратной связью

Усилитель с обратной связью применяется для безыскаженного усиления пилообразного напряжения развертки в индикаторной аппаратуре. Так как для питания отклоняющих катушек индикаторов необходимо иметь ток пилообразной формы, то задачей данного усилителя является также преобразование пилообразного напряжения в ток пилообразной формы. Схема усилителя с обратной связью приведена на рис. 21.

Отрицательная обратная связь в этой схеме осуществляется путем подачи части выходного напряжения, снимаемого с катодного сопротивления выходной лампы усилителя L_2 , на катод первой усилительной лампы L_1 . Фазы входного напряжения, действующего на

сетке лампы L_1 , и выходного, подаваемого на катод этой лампы, совпадают, поэтому лампа L_1 усиливает не напряжение, поступающее на ее вход, а разность входного и выходного напряжений. Такая схема даст возможность компенсировать искажения формы напряжения, вносимые лампами схемы.

Компенсация искажений входного напряжения происходит следующим образом: пусть вследствие нелинейности характеристики выходной лампы L_2 форма напряжения в анодной цепи этой лампы искажалась. Предположим, что амплитуда этого напряжения несколько уменьшилась. Это искажение повторится на катодном сопротивлении R_k . Напряжение обратной связи, передаваемое на катод лампы L_1 , уменьшится. В результате разность напряжений между сеткой и катодом лампы увеличится, что приведет к увеличению входного напряжения. Таким образом, амплитудные искажения, внесенные лампы, будут скомпенсированы. Точно так же будут скомпенсированы и искажения формы тока.

Рис. 21. Схема усилителя с обратной связью

Если вместо анодной нагрузки выходной лампы этого усилителя включить отклоняющую катушку электроннолучевой трубки, то ток, проходящий через катушку, будет следовать закону нарастания напряжения на катоде этой лампы. Поскольку такая схема даст неискаженное повторение входного напряжения на катоде выходной лампы, то ток, проходящий через катушку L_k , будет повторять эту форму без искажений.

4. Парафазный усилитель с катодной связью

Парафазный усилитель представляет собой схему, позволяющую получить равные по величине и противоположные по полярности напряжения. Схема парафазного усилителя с катодной связью приведена на рис. 22. На вход такой схемы подается напряжение, например пилообразное, имеющее определенную полярность, а с выхода снимаются два усиленных симметричных напряжения.

Схема состоит из двух ламп, одна из которых является усиленной, а другая — инверсной. Обе лампы имеют общее катодное сопротивление R_k . Это сопротивление не шунтируется конденсатором, и лампа L_1 работает подобно катодному повторителю.

При подаче на сетку лампы L_1 пилообразного напряжения оно усиливается этой лампой и с анодной нагрузки будет снято усиленное напряжение с полярностью, противоположной входному. Анодный ток этой лампы протекает через сопротивление R и на нем будет

действовать напряжение, совпадающее по полярности с входным (в этой части схема подобна катодному повторителю).

Но так как сопротивление R_k является одновременно и катодным сопротивлением лампы L_2 , то пилообразное напряжение, действующее в ее катодной цепи, будет усиливаться этой лампой и с ее анодной нагрузки будет снято усиленное напряжение, совпадающее по полярности с напряжением на катодной нагрузке, а следовательно, и с входным.

Через сопротивление R_k протекает анодный ток обеих ламп и при определенной величине R_k падение напряжения на нем будет таково, что между сеткой и катодом каждой из ламп будет действовать напряжение, равное половине входного. Это обеспечивает равные выходные напряжения при выборе одинаковых ламп L_1 и L_2 .

В индикаторной аппаратуре парафазный усилитель применяется для питания отклоняющих катушек электроннолучевой трубки. В этом случае вместо анодных сопротивлений включаются обмотки отклоняющих катушек.

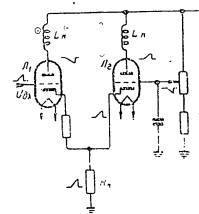


Рис. 22. Схема парафазного усилителя с катодной связью

ФИКСИРУЮЩИЕ СХЕМЫ

1. Диодные ограничивающие схемы

Ограничивающие схемы применяются в тех случаях, когда необходимо ограничить амплитуду импульса любой формы на определенном уровне.

Существует большое число схем ограничения при помощи диодов.

На рис. 23 показана схема диодного ограничения положительного импульса параллельно включенным диодом.

К аноду лампы L_1 подключен анод ограничивающего диода L_2 . На катод диода задается фиксирующее напряжение с движка потенциометра R_2 . Если на вход лампы L_1 подается отрицательный импульс, то на аноде лампы начинает расти напряжение. Скорость нарастания напряжения даже при мгновенном запуске лампы остается конечной, так как зависит от паразитной емкости анодной цепи $C_{ан}$.

В момент, когда напряжение на аноде лампы L_1 достигает напряжения на катоде диода, последний отпирается и шунтирует лампу L_1 . На аноде диода благодаря его малому внутреннему сопротивлению по сравнению с сопротивлением анодной нагрузки и внутренним сопротивлением лампы, устанавливается напряжение, близкое к напряжению на катоде диода. Вследствие этого напряжение на

аноду лампы L_1 будет практически оставаться неизменным, несмотря на дальнейшее изменение напряжения на сетке лампы. Импульс в анодной цепи будет иметь плоскую вершину независимо от формы импульса, подаваемого на сетку лампы после отпирания диода.

Уровень ограничения определяется потенциалом катода диода и может регулироваться потенциометром R_2 . Фиксирующее напряжение будет тем стабильнее, чем меньше сопротивление потенциометра. Напряжение на катоде диода при отпирании его не остается строго неизменным, а изменяется за счет тока, проходящего через диод. Это изменение будет тем медленнее, чем больше емкость шунтирующей потенциометр. При достаточно большой емкости конденсатора C_1 фиксируемое напряжение будет практически неизменным за время действия одного импульса, так как оно зависит от среднего значения тока, проходящего через диод. Чем меньше этот ток по сравнению с током, проходящим через потенциометр, тем стабильнее фиксируемое напряжение.

На рис. 23 показана схема диодного ограничения отрицательного импульса параллельно включенным диодом.

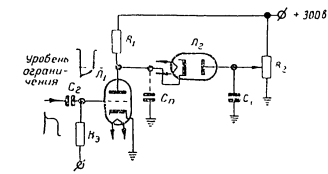


Рис. 23. Схема ограничения отрицательного импульса параллельно включенным диодом.

Когда оно достигнет напряжения отпирания диода, диод отпирется и шунтирует лампу L_1 . На катоде диода, а следовательно, и на аноде лампы L_1 установится напряжение, близкое к напряжению, задаваемому на анод диода. Импульс в анодной цепи практически будет ограничен уровнем отпирания диода.

Схема ограничения используется также для уменьшения времени установления. В тех случаях, когда процесс изменения напряжения на аноде лампы определяется паразитной емкостью, изменение напряжения практически прекращается в момент отпирания фиксирующего диода.

Ограничивающие схемы обоих диодов применяются в цепях расширения блоков ЦО-02, ЦО-03 и ДА-01 для улучшения формы напряжения в интервалах между импульсами схем расширения. Рассматриваемые схемы сокращают время восстановления и увеличивают стабильность работы цепей расширения.

На рис. 25 представлена одна из разновидностей ограничивающей схемы с последовательно включенным диодом.

Постоянные напряжения на катоде и аноде диода L_1 подаются непосредственно с делителя, а через катодные повторители (лампы L_1 и L_2). Благодаря этому сопротивление делителей напряжения могут быть взяты очень большими, так как проходящий через них ток является постоянным и не зависит от величины подаваемых импульсов.

Постоянная составляющая напряжения на аноде диода может регулироваться потенциометром R_2 . Постоянная составляющая напряжения из катода диода постоянная и определяется делителем напряжения, состоящим из сопротивлений R_1 и R_2 . Она может быть или больше, или равной напряжению на аноде диода, следовательно, диод нормально заперт.

На сетку лампы L_1 подаются импульсы положительной полярности, которые повторяются на катоде этой лампы и, следовательно, на аноде диода с некоторым уменьшением амплитуды. Для того, чтобы эти импульсы передавались на катод лампы L_2 , диод L_2 должен быть отпирт.

Диод отпирается во время импульса, когда напряжение на аноде диода превышает напряжение на его катоде. Изменяя начальную разность напряжений между анодом и катодом диода (задавая потенциометром R_2 через катодный повторитель L_1 напряжение на аноде диода L_2), можно установить тот или иной уровень отсечки подаваемого импульса.

Такой способ ограничения части импульса применяется в схемах смешивания и усиления масштабных отметок дальности и азимута. В случае, если необходимо полностью отсечь импульсы какой-либо полярности, применяется схема, изображенная на рис. 26 (при обратном включении диода схема предназначена для отсекивания отрицательных импульсов, при обратном включении диода могут отсекиваться положительные импульсы).

Диод L_1 включен параллельно высокоомному сопротивлению R_1 . Во время отрицательного импульса диод отпирется и шунтирует сопротивление R_1 .

Время отпирания во время импульса, когда напряжение на аноде диода превышает напряжение на его катоде. Изменяя начальную разность напряжений между анодом и катодом диода (задавая потенциометром R_2 через катодный повторитель L_1 напряжение на аноде диода L_2), можно установить тот или иной уровень отсечки подаваемого импульса.

Такой способ ограничения части импульса применяется в схемах смешивания и усиления масштабных отметок дальности и азимута. В случае, если необходимо полностью отсечь импульсы какой-либо полярности, применяется схема, изображенная на рис. 26 (при обратном включении диода схема предназначена для отсекивания отрицательных импульсов, при обратном включении диода могут отсекиваться положительные импульсы).

Диод L_1 включен параллельно высокоомному сопротивлению R_1 . Во время отрицательного импульса диод отпирется и шунтирует сопротивление R_1 .

Амплитуда положительных импульсов определяется отношением сопротивлений

$$\frac{R_1}{R_2},$$

так как диод в это время заперт.

Амплитуда отрицательных импульсов определяется отношением сопротивлений,

$$\frac{R_{\text{диод}}}{R_2},$$

где $R_{\text{диод}}$ — сопротивление открытого диода.

Так как последовательное сопротивление R_2 намного больше сопротивления диода, то на выходе схемы получаются большие по амплитуде положительные импульсы и ничтожно малые отрицательные, причем чем меньше сопротивление диода, тем они меньше.

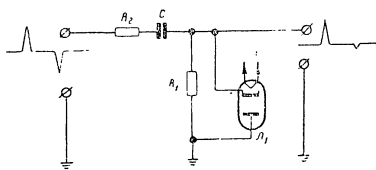


Рис. 26. Схема для отсекания отрицательных импульсов.

Такие схемы применяются в цепях, дающих двусторонний импульс, как, например, в схемах формирования запирающих импульсов (бланков) азимута в индикаторах ВО-01 и НО-02.

2. Схема восстановления постоянной составляющей

Схемы восстановления постоянной составляющей применяются для фиксации начального напряжения в цепях с разделительными конденсаторами на каком-либо уровне, устанавливаемом независимо от величины передаваемых импульсов.

Для того, чтобы иметь независимый уровень постоянных напряжений в различных точках схемы, элементы схем связываются через разделительные конденсаторы, пропускающие только переменное напряжение (рис. 27). Это особенно необходимо в усилителях сигналов.

Конденсатор пропускает только переменную составляющую напряжения и изменяет свой заряд в соответствии со значением постоянной составляющей передаваемого напряжения. При этом смещается уровень напряжения, относительно которого меняется переменная составляющая, как показано на эволюциях, приведенных на рис. 28.

До прихода на вход схемы положительного импульса конденсатор заряжен напряжением E_0 , а напряжение на сопротивлении R равно нулю. С приходом импульса, поскольку конденсатор не может мгновенно зарядиться, напряжение на сопротивлении R резко

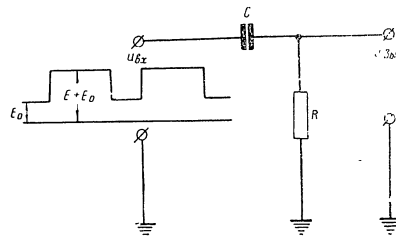


Рис. 27. Схема передачи положительных импульсов без восстановления постоянной составляющей.

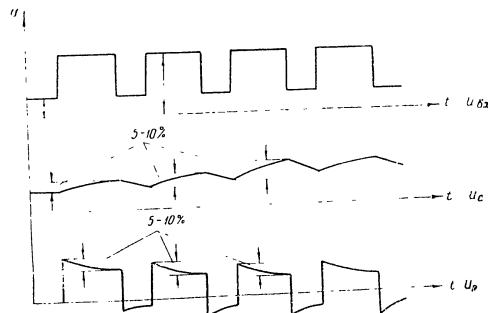


Рис. 28. Эволюции напряжений в схеме передачи положительных импульсов без восстановления постоянной составляющей.

увеличивается на величину амплитуды импульса E . Затем конденсатор начинает заряжаться через сопротивление R . Постоянная времени заряда конденсатора равна CR и обычно превышает длительность импульса не менее, чем в 10—20 раз. Поэтому на протяжении длительности импульса конденсатор успевает зарядиться на 5—10% от амплитуды импульса E . Напряжение на сопротивлении при этом

уменьшается на величину, равную приросту напряжения на конденсаторе. По окончании действия положительного импульса на сопротивлении R окажется отрицательное напряжение. В промежутке между импульсами конденсатор разряжается, но если время между импульсами меньше, чем длительность импульса, то конденсатор не успеет разрядиться до первоначального напряжения E_0 и на сопротивлении R к приходу следующего положительного импульса останется некоторое отрицательное напряжение. Поэтому к приходу следующего импульса начальный уровень изменится и станет ниже. Такое понижение начального уровня будет происходить до тех пор, пока конденсатор не зарядится на величину постоянной составляющей импульса, при этом начальный уровень станет ниже на величину постоянной составляющей.

Для того, чтобы зафиксировать определенный уровень постоянного напряжения за раздельным конденсатором, необходимо применить схему восстановления постоянной составляющей (схему фиксации уровня точки рис 29). На рис. 30 изображены эиоры

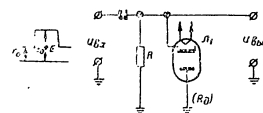


Рис. 29. Схема восстановления постоянной составляющей при передаче положительного импульса.

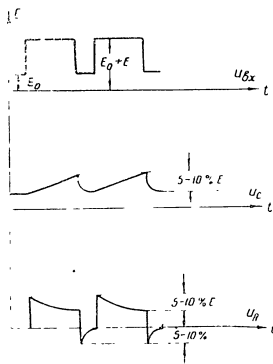


Рис. 30. Эиоры напряжений в схеме восстановления постоянной составляющей при передаче положительного импульса.

напряжений для случая передачи положительного импульса в такой схеме.

Во время действия на входе схемы положительного импульса диод D_1 заперт.

По окончании действия положительного импульса на сопротивлении R и на катоде диода окажется отрицательное напряжение, вследствие чего диод отпирется и ускорит разряд конденсатора.

Конденсатор при правильной работе схемы быстро разрядится через диод. Таким образом, к приходу следующего импульса напряжение на конденсаторе будет равным E_0 , т.е. будет фиксировано на первоначальном уровне, а напряжение на сопротивлении R будет снова равно нулю.

140

Аналогичная схема для передачи отрицательного импульса приведена на рис. 31, а эиоры напряжений в этой схеме - на рис. 32. При прохождении отрицательного импульса конденсатор зарядится, вследствие чего на аноде диода по окончании действия импульса потенциал будет выше, чем на катоде. Диод отпирется и конденсатор быстро разрядится через диод. На сопротивлении R установится первоначальный уровень напряжения.

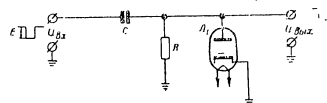


Рис. 31. Схема восстановления постоянной составляющей при передаче отрицательного импульса.

Нескользящая временная шкала должна быть подобрана такой, чтобы к приходу следующего импульса конденсатор успел разрядиться. Если начальный уровень напряжения должен отличаться от нуля, как, например, в схеме усилителей, то используют делитель, задающий величину этого уровня.

На рис. 33 представлена схема восстановления постоянной составляющей с отрицательным опорным уровнем.

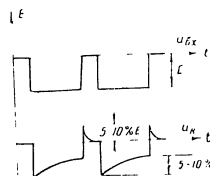


Рис. 32. Эиоры напряжений в схеме восстановления постоянной составляющей при передаче отрицательного импульса.

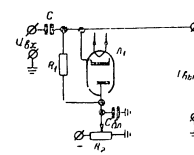


Рис. 33. Схема восстановления постоянной составляющей с отрицательным опорным уровнем.

Потенциометр R_2 , задающий опорное напряжение, шунтируется конденсатором. Последний необходим при разряде конденсатора через диод. Без конденсатора постоянная времени определялась бы рез диод. Без конденсатора постоянная времени определялась бы сопротивлением потенциометра. Вследствие этого его сопротивление пришлось бы взять очень малым, чтобы время разряда конденсатора имело возможно более низкое сопротивление, что привело бы к большому потреблению тока от источника опорного напряжения.

141

Схемы восстановления постоянной составляющей находят себе применение в индикаторной аппаратуре в схемах разверток дальности, угла поворота антенны, в схемах смешивания масштабных отсчетов и др.

ГЕНЕРАТОРЫ ПРЯМОУГОЛЬНЫХ ИМПУЛЬСОВ

1. Симметричный генератор управляющих импульсов (триггер)

На рис. 34 представлена схема симметричного генератора управляющих импульсов. Цепи симметричного генератора управляющих импульсов не содержат других элементов, кроме сопротивлений.

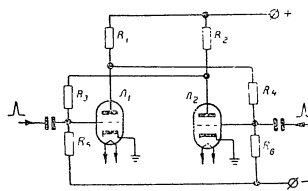


Рис. 34. Схема симметричного генератора управляющих импульсов.

Симметричный генератор управляющих импульсов в зависимости от амплитуды и знака внешнего напряжения, подаваемого на сетки ламп, может находиться в двух состояниях равновесия:

- а) если на сетку лампы L_1 ранее был подан положительный импульс достаточной амплитуды, то лампа L_1 будет открыта, а лампа L_2 закрыта;
- б) если на сетку лампы L_2 ранее был подан отрицательный импульс достаточной амплитуды, то лампа L_2 будет открыта, а лампа L_1 закрыта.

Обычно в схеме генератора управляющих импульсов сопротивления R_1 берется равным R_2 , R_3 — равным R_4 , R_5 равным R_6 , так что обе лампы находятся в одинаковых условиях.

Сопротивления делителя R_1 и R_6 выбираются так, чтобы при запертой лампе L_1 на сетку лампы L_2 подавалось положительное напряжение. Тогда в лампе появится сеточный ток и напряжение на сетке лампы будет фиксироваться около нуля, так как сопротивление делителя R_6 окажется шунтированным очень малым сопротивлением сетка—катод лампы. Это обеспечивает малую зависимость напряжения на сетке L_2 , а следовательно, и на ее аноде от отклонений сопротивлений R_1 и R_6 от выбранных значений.

Кроме этого, соотношение сопротивлений R_4 и R_3 делителя должно быть таким, чтобы при открытой лампе L_1 на сетке лампы L_2 было отрицательное напряжение, достаточное для запертия этой лампы.

Такие же условия накладываются на соотношение сопротивлений делителя R_5 и R_8 .

Симметричный генератор управляющих импульсов всегда находится в одном из двух возможных устойчивых состояний равновесия.

Переход генератора управляющих импульсов из одного состояния равновесия в другое происходит следующим образом. Предполо-

жим, что лампа L_1 заперта. Тогда лампа L_2 будет открыта. На сетку лампы L_1 из внешней цепи приходит положительный импульс и отпирает лампу L_1 , напряжение на аноде этой лампы начинает падать, что приводит к уменьшению положительного потенциала на сетке второй лампы. Это, в свою очередь, приводит к увеличению положительного потенциала на ее аноде, которое будет поддерживать повышение положительного потенциала на сетке лампы L_1 и т. д.

Процесс этот протекает лавинообразно и заканчивается полным отпиранием лампы L_1 и запирающим лампы L_2 . Для обратного перехода необходимо подать на сетку лампы L_2 положительный импульс (или на сетку лампы L_1 — отрицательный). В результате возникнет новый лавинообразный процесс, который закончится отпиранием второй и запирающим первой лампы.

Экспоненты напряжений в схеме симметричного генератора управляющих импульсов показаны на рис. 35.

Параллельно сопротивлениям R_2 и R_1 часто включают конденсаторы небольшой емкости, чтобы увеличить крутизну фронта импульсов при переходе генератора управляющих импульсов из одного состояния равновесия в другое. При этом увеличивается надежность срабатывания схемы, а переход становится более резким.

Схема симметричного генератора управляющих импульсов применяется в индикаторной аппаратуре станции в каскадах формирования запирающих импульсов (бланка).

2. Генератор управляющих импульсов (триггер) уровня

На рис. 36 представлена схема генератора управляющих импульсов уровня (или полупериодного мультивибратора). Эта схема так же, как и схема симметричного генератора управляющих импульсов, имеет два устойчивых состояния равновесия, но в отличие от последней подача отпирающего напряжения производится в этой схеме только на сетку лампы L_1 и срабатывание происходит на определенном уровне отпирающего напряжения. Экспоненты напряжений в этой схеме приведены на рис. 37.

До подачи отпирающего напряжения лампа L_2 открыта, что обеспечивается подбором сопротивлений R_1 , R_2 , R_3 . Ток этой лампы протекает через общее катодное сопротивление обеих ламп R_4 , повышается напряжение на нем так, что лампа L_1 оказывается запертой этим напряжением. Схема находится в одном из устойчивых состояний равновесия.

На сетку L_1 подается постепенно нарастающее напряжение (в индикаторной аппаратуре станции синусоидальное). Когда это напряжение достигнет потенциала отпирания этой лампы, лампа L_1 открывается, напряжение на ее аноде упадет. Это вызовет запирающее отпирание лампы L_2 , ток лампы L_2 прекратится и напряжение на общем катодном сопротивлении R_4 уменьшится, что будет поддерживать лампу L_1 в открытом состоянии. Процесс происходит лавинообразно и по L_1 в открытом состоянии L_2 и отпиранием L_1 , т. е. схема переходит в другое устойчивое состояние равновесия.

Если бы напряжение на сетке лампы L_1 оставалось неизменным, то схема могла бы оставаться в этом положении сколь угодно долго.

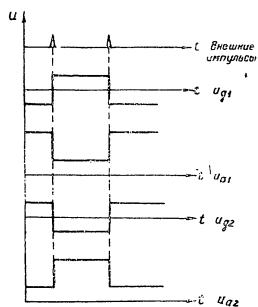


Рис. 35. Эпюры напряжений в схеме симметричного генератора управляющих импульсов.

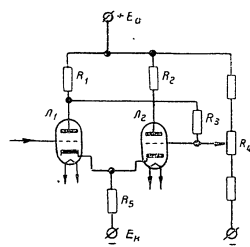


Рис. 36. Схема генератора управляющих импульсов уровня.

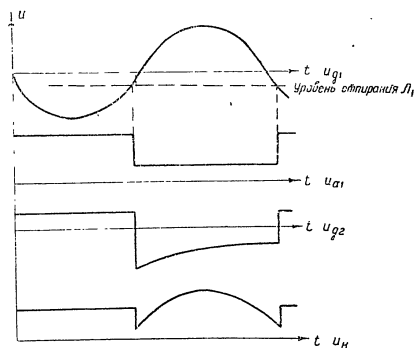


Рис. 37. Эпюры напряжений в схеме генератора управляющих импульсов уровня.

го. Но так как в аппаратуре станции на схему подается синусоидальное напряжение, то в какой-то момент это напряжение понизится настолько, что не сможет поддерживать лампу L_1 в открытом со-

стоянии. Это произойдет на уровне несколько ниже, чем отпирание лампы L_1 . При этом лампа L_1 заперется, напряжение на ее аноде вырастет и отпирет лампу L_2 . Ток лампы L_2 поднимет напряжение на катоде, что обеспечит окончательное запертие лампы L_1 . Процесс происходит лавинообразно и заканчивается переходом схемы в исходное устойчивое состояние равновесия.

Уровень, при котором происходит срабатывание схемы, т. е. отпирание лампы L_1 , зависит от напряжения на общем катодном сопротивлении, а это напряжение, в свою очередь, зависит (при постоянной величине катодного сопротивления) от тока лампы L_2 . Ток лампы L_2 , когда она находится в открытом состоянии, можно регулировать изменением постоянного смещения на ее сетке потенциометром R_4 . Таким образом, потенциометром R_4 выбирается необходимый уровень срабатывания генератора управляющих импульсов уровня.

Схема генератора управляющих импульсов уровня применяется в индикаторной аппаратуре станции в случаях необходимости резкого вычисления момента, когда изменяющееся напряжение достигает заданного значения.

3. Схема расширения (кипп-реле) со смешанной связью

Схема расширения (одноперiodный мультивибратор) со смешанной связью служит для получения П-образных импульсов с регулируемой длительности с коэффициентом заполнения, достигающим 95%.

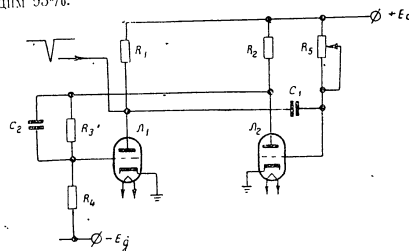


Рис. 38. Схема расширения со смешанной связью

На рис. 38 представлена схема расширения со смешанной связью — одной емкостной и одной прямой связями. Эпюры напряжений в такой схеме приведены на рис. 39.

Схема имеет два состояния равновесия: устойчивое и временно устойчивое.

При отсутствии внешних синхронизирующих импульсов схема расширения находится в длительно устойчивом состоянии.

Лампа L_1 открыта, так как на ее сетку задается некоторое положительное напряжение. Напряжение на ее аноде низкое. Это напряжение передается через делитель R_2 и R_1 на сетку лампы L_2 . Сопротивления R_2 и R_1 подобраны таким образом, чтобы при открытой лампе L_2 на сетке L_1 было отрицательное напряжение, то есть такое, для ее закрывания. Поэтому до подачи внешнего импульса лампа L_1 закрыта, и высокое положительное напряжение на ее аноде поддерживает лампу L_1 в открытом состоянии.

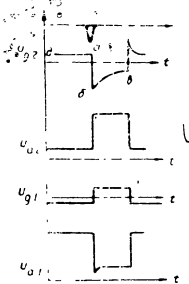


Рис. 9. Формы напряжений в схеме расширения с смещением сигнала.

Высокое напряжение на сетке L_2 вызывает сеточные токи этой лампы, что обеспечивает независимость напряжения на сетке лампы от разброса сопротивлений. Конденсатор C_1 заряжен до напряжения источника анодного питания. Внешний отрицательный потенциал подается через конденсатор C_1 на сетку открытой лампы L_2 . Напряжение на сетке повышается, лампа закрывается. Напряжение на ее аноде повышается и открывает лампу L_1 . Соотношение сопротивлений делителя R_2 и R_1 должно обеспечивать сеточные токи лампы L_1 . Возрастает анодный ток лампы L_1 , напряжение на ее аноде падает. Это падение напряжения через конденсатор C_1 передается на сетку лампы L_2 и закрывает ее еще больше. Схема переведена в устойчивое состояние равновесия во времени устойчивое лавиннообразное состояние.

Поскольку напряжение на аноде лампы L_1 упало, конденсатор C_1 медленно разряжается. Цель разряда конденсатора — открытие лампы L_1 корпус, источник анодного питания и сопротивление R_1 . При этом на конденсаторе напряжение на сетке лампы L_2 повышается, до тех пор, пока напряжение на сетке лампы L_2 не поднимется до потенциала ее отпирания.

С падением отпирания L_2 напряжение на ее аноде падает, что вызывает снижение напряжения на сетке L_1 . Лампа L_1 запирается, напряжение на ее аноде возрастает. Это возрастание напряжения через конденсатор C_1 передается на сетку лампы L_2 и увеличивается ее отпирание. Процесс протекает лавиннообразно и заканчивается полным отпиранием лампы L_2 и закрыванием L_1 . Лампы вернулись в исходное состояние.

Поскольку напряжение на аноде лампы L_1 возросло, конденсатор C_1 заряжается сеточным током лампы L_2 через промежуток сетка-катода лампы L_2 , корпус, источник анодного питания и сопротивление R_1 . Напряжение в цепи заряда сопротивления R_1 обуслов-

но и модельный заряд конденсатора и, следовательно, медленное восстановление схемы в исходное состояние, что не позволяет в данной схеме получить высокий процент заполнения. Длительность генерируемого импульса в схеме расширения определяется выражением

$$\tau = R_1 \cdot C_1 \cdot \ln \frac{E_g + R_1 \cdot R_2}{E_g + E_{отпир}}$$

где R_1 — внутреннее сопротивление лампы L_1 , $E_{отпир}$ — напряжение отпирания лампы L_2 , R_2 и R_1 — сопротивления в схеме, E_g — напряжение сеточного смещения, C_1 — емкость конденсатора.

Длительность импульса, получаемого со схемы расширения, регулируется изменением в стоянии времени цепи разряда конденсатора C_1 , а именно регулировкой сопротивления R_1 . Длительность импульса схемы расширения можно также регулировать и изменением напряжения смещения E_g .

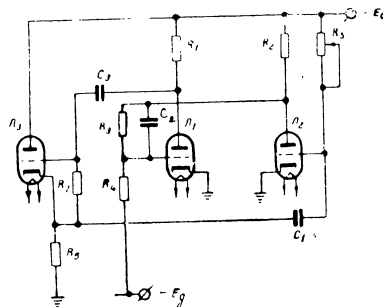


Рис. 10. Схема расширения с катодным повторителем.

Схема вырабатывает один временно и положительный импульсы — в аноде L_1 и отрицательные — в аноде L_2 .

Для получения возможно меньшего времени восстановления схемы необходимо ускорить заряд конденсатора C_1 в промежутке между импульсами. Для этого применяется схема расширения с катодным повторителем (рис. 10). Катодный повторитель ставится в цепи связи между анодом лампы L_1 и сеткой лампы L_2 .

Заряд разделительного конденсатора в этом случае происходит через выходное сопротивление катодного повторителя, которое зна-